Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume I (X), № 1 (78)

MATHÉMATIQUES

SUR LES NOYAUX DE KELLOGG NON SYMÉTRIQUES

Par F. GANTMAKHER

(*Présenté par S. N. Bernstein, de l'Académie, le 23. XI. 1935*)

O. D. Kellogg a établi que les noyaux continus symétriques $K(x, s)$ $(a \leqslant x,\ s \leqslant b)$, satisfaisant aux conditions

$$K\begin{pmatrix} x_1, x_2, \ldots, x_n \\ s_1, s_2, \ldots, s_n \end{pmatrix} \geqslant 0, \quad K\begin{pmatrix} x_1, x_2, \ldots, x_n \\ x_1, x_2, \ldots, x_n \end{pmatrix} > 0$$

pour (A)

$$a < x_1 < x_2 < \ldots < x_n < b \quad \text{et} \quad a < s_1 < s_2 < \ldots < s_n < b,$$

possèdent une série de propriétés oscillatoires [1, 2].

La théorie de Kellogg a été approfondie dans les travaux de M. Krein publiés dernièrement, où nous trouvons également des applications de cette théorie aux équations différentielles d'ordres supérieurs et aux problèmes d'oscillation [3, 4, 5].

Dans cette note nous allons montrer que les noyaux non symétriques qui satisfont aux conditions (A) sont symétrisables et que les résultats fondamentaux de Kellogg subsistent pour ces noyaux. Cette extension rend possible l'étude de l'oscillation de fonctions fondamentales de systèmes différentiels qui ne sont pas autoadjoints.

Nous partons d'une certaine modification du théorème de Jentzsch [6]:

Théorème I. *Si dans une équation intégrale*

$$\varphi(x) - \lambda \int_a^b K(x, s)\, \varphi(s)\, d\sigma(s) = 0 \qquad (1)$$

où $\sigma(x)$ est une fonction monotone croissante, le noyau continu $K(x, s)$ satisfait aux inégalités

$$K(x, s) \geqslant 0, \quad K(x, x) > 0, \qquad (a < x, s < b)$$

*il existe une solution $\varphi_0(x)$ de l'équation intégrale (1), qui est positive pour $a < x < b$ et correspond à une valeur caractéristique positive λ_0. Cette valeur λ_0 est une racine simple de l'équation $D(\lambda) = 0$ et est moindre que les modules de toutes les autres valeurs caractéristiques *.*

---

* Ce théorème a été démontré par R. Jentzsch [6] sous la condition que $K(x, s) > 0$ pour $a \leqslant x,\ s \leqslant b$.

En appliquant le théorème I et en tirant parti d'un mémoire de I. Schur (7), on peut démontrer le

Théorème II. *Si dans une équation intégrale*

$$\varphi(x) - \lambda \int_a^b K(x, s)\,\varphi(s)\,d\sigma(s) = 0. \tag{1}$$

où $\sigma(x)$ est une fonction monotone croissante, le noyau continu $K(x, s)$ $(a \leqslant x, s \leqslant b)$ (en général, non symétrique) satisfait aux conditions (A) *de Kellogg, alors*

1° *il existe une série infinie de valeurs caractéristiques de l'équation intégrale* (1);

2° *toutes les valeurs caractéristiques sont positives, étant les racines simples de l'équation $D(\lambda) = 0$:*

$$0 < \lambda_1 < \lambda_2 < \dots$$

3° *les fonctions fondamentales correspondantes*

$$\varphi_1(x),\ \varphi_2(x), \dots$$

forment une série interpolatrice, c-à-d. on peut les normer de telle manière que l'on ait

$$\begin{vmatrix} \varphi_1(x_1) & \varphi_1(x_2) \dots & \varphi_1(x_n) \\ \varphi_2(x_1) & \varphi_2(x_2) \dots & \varphi_2(x_n) \\ \dots\dots\dots\dots & & \\ \varphi_n(x_1) & \varphi_n(x_2) \dots & \varphi_n(x_n) \end{vmatrix} > 0$$

pour tout système de nombres $x_1 < x_2 < \dots < x_n$ pris entre a et b et pour toutes valeurs naturelles de n.

Il est évident que les conditions du théorème II étant remplies, la série de fonctions fondamentales

$$\psi_1(x),\ \psi_2(x), \dots$$

de l'équation intégrale associée

$$\psi(x) - \lambda \int_a^b K(s, x)\,\psi(s)\,d\sigma(s) = 0 \tag{2}$$

est aussi une série interpolatrice.

Il s'en suit du théorème II que $\varphi_n(x)$ et $\psi_n(x)$ $(a \leqslant x \leqslant b;\ n = 1, 2, \dots)$ forment un système biorthogonal par rapport à la différentielle $d\sigma$.

Cela posé, on démontre en appliquant la méthode de Kellogg (4) la proposition suivante:

Théorème III. *Si deux séries interpolatrices de fonctions continues $\varphi_n(x)$ et $\psi_n(x)$ $(a \leqslant x \leqslant b;\ n = 1, 2, \dots)$ forment un système biorthogonal par rapport à $d\sigma$ [$\sigma(x)$ étant une fonction monotone croissante dans (a, b)], alors:*

1° *la fonction $\varphi_n(x)$ $(n = 1, 2, \dots)$ a exactement $n - 1$ zéros entre a et b et change de signe en passant par chaque zéro;*

2° *les zéros des fonctions $\varphi_n(x)$ et $\varphi_{n+1}(x)$ se séparent $(n = 1, 2, \dots)$;*

3° *chaque combinaison linéaire $\varphi^*(x) = c_p\varphi_p(x) + \dots + c_q\varphi_q(x)$ a m zéros entre a et b, où $p - 1 \leqslant m \leqslant q - 1$. Parmi ces zéros on peut en indiquer $p - 1$ qui soient tels que la fonction $\varphi^*(x)$ change de signe en passant par chacun des ces zéros*

(1° étant un cas particulier de 3°).

Les mêmes énoncés sont valables pour les fonctions $\psi_n(x)$.

Les théorèmes II et III montrent que les propriétés oscillatoires des fonctions fondamentales ne sont aucunement liées à la symétrie du noyau. Nous avons obtenu ces propriétés exclusivement des relations (A). Ces inégalités définissent une classe spéciale de noyaux symétrisables. La composition de deux noyaux $K(x, s)$ et $G(x, s)$ de cette classe donne encore un noyau

$$L(x, s) = \int_a^b K(x, u)\, G(u, s)\, d\sigma(u)$$

qui appartient à la même classe.

Indiquons quelques exemples de noyau de Kellogg non symétriques:

1) $K(x, s) \equiv [g(x)]^{h(s)}$, où $g(x)$ et $h(x)$ sont deux fonctions continues et monotones croissantes, $p(x)$ étant positive dans l'intervalle (a, b);

2) $K(x, s) \equiv \frac{1}{g(x) + h(s)}$, où $g(x)$ et $h(x)$ sont deux fonctions continues et monotones croissantes ayant une somme positive dans l'intervalle (a, b).

Institut mathématique V. A. Stekloff
de l'Académie des Sciences de l'URSS.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 23. X. 1935

LITTÉRATURE CITÉE

[1] O. D. Kellogg, Journ. of Math., 38, 1—5 (1916). [2] O. D. Kellogg, Journ. of Math., 40, 145—154 (1918). [3] M. Krein, Comm. Soc. Math. Kharkoff, sér. 4, t. XI (1934). [4] M. Krein, Comm. Soc. Math. Kharkoff, sér. 4, t. XII (1935). [5] M. Krein, C. R. Acad. Sci, URSS, II, 5—6, 345—350 (1935). [6] R. Jentzsch, Journ. f. r. u. ang. Math., Bd. 141, H. 4, 235—244 (1912). [7] I. Schur, Math. Annalen, Bd. 67, H. 3, 306—339 (1909).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume I (X), № 1 (78)

MATHEMATISCHE PHYSIK

VERBREITUNG DER ELEKTROMAGNETISCHEN WELLEN IN NICHT-HOMOGENEM MEDIUM

Von V. KUPRADZE

(Vorgelegt von I. M. Vinogradow, Mitglied der Akademie, d. 2. XII. 1935)

In den früheren Arbeiten entwickelte ich, indem ich die Eigenschaften der verallgemeinerten Potentiale einfacher und Doppelschichten in der Theorie der Schwingungsgleichung benutzte, die Lösung der fundamentalen Randwertaufgaben für jenen Fall, wo im gestörten Medium eine oder mehrere «leere» Einschliessungen (Loch; im optischen Sinne eine absolut reflektierende Einschliessung) vorhanden sind.

In der vorliegenden Note betrachte ich, unter Benutzung der Eigenschaften der verallgemeinerten Oberflächenpotentiale, die Verteilung der elektromagnetischen Wellen in einem Medium, in welchem sich eine oder mehrere aufeinanderfolgende Einschliessungen vorfinden.

Die dabei erhaltenen Integralgleichungen lassen sich leicht so modifizieren, dass sie auch jenen Fall mit einschliessen, wo sich in jeder der Einschliessungen mehrere unabhängige Gruppen von aufeinanderfolgenden Einschliessungen vorfinden.

In einem unendlichen ebenen Medium mit den elektromagnetischen Konstanten $(\varepsilon_0, \sigma_0)$ seien n aufeinanderfolgende Einschliessungen mit den Konturen γ_i und den elektromagnetischen Konstanten $(\varepsilon_i, \sigma_i)$ $(i = 1, 2, 3, \ldots, n)$ gegeben. Mit Γ_k sei der ganze Bereich bezeichnet, der von γ_k umschlossen wird unter Annahme der Abwesenheit aller folgenden Einschliessungen $(\gamma_{k+1}, \gamma_{k+2}, \ldots, \gamma_n)$; $S^2(M)$ sei eine stückweis konstante Funktion des Ortes, die den Wert K_0^2 im äussern Medium, den Wert K_i^2 im Innern von γ_i* und $\frac{1}{2}\left(\frac{1}{K_i^2} + \frac{1}{K_{i+1}^2}\right)$ auf dem γ_i annimmt. Dabei ist $K_p^2 = \frac{1}{c^2}(\omega^2\varepsilon_p + i\omega\sigma_p)$, wo c die Lichtgeschwindigkeit bedeutet.

Unter Beibehaltung der übrigen Bezeichnungen der früheren Arbeiten schreiben wir die beiden Integralgleichungen an:

$$U(M) = \frac{1}{4i}\sum_{\nu=0}^{n-1}(K_\nu^2 - K_{\nu+1}^2)\int\limits_{\Gamma_{\nu+1}}\int U(P)H_0^2[K_0 r(P,M)]d\sigma_p + f(M) \qquad (1)$$

* Der Bereich «im Innern von γ_i» fällt entsprechend unsern Bezeichnungen nicht mit Γ_i zusammen.

$$\frac{U(M)}{S^2(M)} = \frac{K_0^2}{4i} \sum_{\nu=1}^{n} \left(\frac{1}{K_\nu^2} - \frac{1}{K_{\nu-1}^2} \right) \iint_{\Gamma_\nu} U(P) H_0^2[K_0 r(PM)] d\sigma_p +$$

$$+ \frac{1}{4i} \sum_{\nu=0}^{n-1} \left(\frac{1}{K_\nu^2} - \frac{1}{K_{\nu+1}^2} \right) \iint_{\Gamma_{\nu+1}} U(S) \frac{\partial}{\partial n_s} H_0^2[k_0 r(SM)] dS + \frac{f(M)}{K_0^2} \qquad (2)$$

$f(M)$ stellt die gegebene Funktion des Ortes dar—«die auffallende Welle».

Mit Berücksichtigung der Eigenschaften der hier benutzten Potentiale, die teilweise in den oben zitierten Arbeiten aufgezeigt wurden, lässt sich nachweisen, dass (1) und (2) in unserem mehrfach zusammenhängenden Gebiet die Gleichung

$$\Delta U + S^2(M) \cdot U = 0 \qquad (3)$$

befriedigen.

Ausserdem sind die aus (1) bestimmten $U(M)$ und $\frac{\partial U}{\partial n}$ und die aus (2) bestimmten $U(M)$ und $\frac{1}{S^2(M)} \frac{\partial U}{\partial n}$ überall stetig; deshalb liefert die Gleichung (1) den elektrischen und die Gleichung (2) den magnetischen Vektor des elektromagnetischen Feldes, das in unserem nicht homogenen Medium durch die Welle $f(M)$ erzeugt wird.

Die Gleichungen (1) und (2) stellen Fredholmsche Gleichungen zweiter Art in den Stieltjesschen Integralen dar.

Da für den Existenz- und Eindeutigkeitsbeweis die Annahme $n = 2$ keine Einschränkung der Allgemeinheit bedeutet, so wollen wir uns hier mit diesem Fall beschäftigen.

Die homogene Gleichung, die der Gleichung (1) entspricht, lässt sich auf folgende Form bringen:

$$U(M) = \frac{1}{4i} (K_0^2 - K_1^2) \iint_{(\Gamma_1 - \Gamma_2)} u H_0^2(K_0 r) d\sigma + \frac{1}{4i} (K_1^2 - K_2^2) \iint_{\Gamma_2} U H_0^2(K_0 r) d\sigma. \quad (4)$$

Wir bezeichnen mit $U_i(M)$ den Ausdruck von $U(M)$ im i-ten Medium und führen die Wellenpotentiale $U_i^*(M)$ in die Betrachtung ein, die mit $U_i(M)$ durch die Relation

$$U_i^* = \Re [e^{-i\omega t} \cdot U_i]^{**} \qquad (i = 0, 1, 2)$$

verbunden sind.

Aus dem Ausdruck für die Quasienergie

$$E_i = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial U_i^*}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial U_i^*}{\partial y} \right)^2 + \frac{1}{C_i^2} \left(\frac{\partial U_i^*}{\partial t} \right)^2 \right] \qquad (i = 0, 1, 2)$$

ergeben sich zufolge des Gaussischen Theorems die Gleichungen:

$$\iint_{\Gamma_2} \frac{\partial E_2}{\partial t} d\sigma = \iint_{\Gamma_2} \operatorname{div} \left[\frac{\partial U_2^*}{\partial t} \operatorname{grad} U_2^* \right] d\sigma = - \int_{\gamma_2} \left[\frac{\partial U_2^*}{\partial t} \operatorname{grad} U_2^* \right]_n ds,$$

$$\iint_{(\Gamma_1 - \Gamma_2)} \frac{\partial E_1}{dt} d\sigma = \iint_{(\Gamma_1 - \Gamma_2)} \operatorname{div} \left[\frac{\partial U_1^*}{\partial t} \operatorname{grad} U_1^* \right] d\sigma =$$

$$= \int_{\gamma_2} \left[\frac{dU_1^*}{dt} \operatorname{grad} U_1^* \right]_n ds - \int_{\gamma_1} \left[\frac{dU_1^*}{dt} \operatorname{grad} U_1^* \right]_n ds$$

$$\iiint_{\Gamma_0} \frac{\partial E_0}{dt} d\sigma = \iiint_{\Gamma_0} \operatorname{div} \left[\frac{\partial U_0^*}{dt} \operatorname{grad} U_0^* \right] d\sigma =$$

$$= \iiint_{\gamma_1} \left[\frac{dU_0^*}{dt} \operatorname{grad} U_0^* \right]_n - ds \int_{\Sigma} \left[\frac{dU_0^*}{dt} \operatorname{grad} U_0^* \right]_n ds.$$

Σ bedeutet hier die Peripherie des Kreises mit unendlich grossem Radius, der das Gebiet γ_1 umschliesst.

Beachten wir die Stetigkeit der Funktion $U(M)$ und ihrer ersten Ableitungen bei der Summierung der drei letzten Gleichungen, so erhalten wir:

$$\iiint_{(\Gamma_1+\Gamma_0)} \frac{\partial E}{\partial t} d\sigma = - \int_{\Sigma} \left[\frac{\partial U}{\partial t} \operatorname{grad} U \right]_n ds, \tag{5}$$

wo

$$E = \sum_{i=0}^{2} E_i \text{ und } U = U_0^*.$$

Stützen wir uns wesentlich darauf, dass U_0^* im Unendlichen das Ausstrahlungsprinzip erfüllt, und wiederholen wir wörtlich die Überlegungen, die wir in den früheren Arbeiten benutzten, so können wir zeigen, dass aus (5) die Beziehung

$$U_0^* = 0$$

folgt und zufolge der Stetigkeit

$$U_1^* = U_2^* = 0$$

ist.

Die homogene Gleichung (4) besitzt mithin keine nicht triviale Lösung, was zu zeigen war.

Auf die Gleichung (2) wenden wir dieselben Überlegungen an, nur dass wir E_1 durch $\frac{1}{S^2(M)} E_i$ ersetzen.

Akademie der Wissenschaften der UdSSR
Steklowsches Mathemathisches Institut
Moskau.

Eingegangen
d. 2.XII. 1935.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume I (X), № 1 (78)

PHYSICS

ON THE COLOUR OF CORUNDUM

By I. I. ISLAMOV and J. M. TOLMAČEV

(*Communicated by D. S. Rožděstvenskij, Member of the Academy, 13. XII. 1935*)

It is well known that the colour of corundum varies, viz. it is blue, red, etc. The presence of corundum of different colours in the same deposit is not infrequent. It is supposed that the blue colour of corundum is due to the presence of titanium in the form of TiO_2([1]). This point of view is confirmed by experiments of Tiede and Lüders ([2]) on the preparation of artificial corundum, rubies and sapphires. Melting, under certain condition, pure Al_2O_3 with some admixture of TiO_2, they obtained synthetic blue-coloured sapphire.

The red colour of corundum has been ascribed up to the present time also to titanium, in the form of Ti_2O_3. Still there are no sufficiently convincing proofs to substantiate this explanation.

As shown by Tiede and Lüders, the introduction of chromium into artificial rubies imparts to the latter a red colour. The presence of chromium in natural rubies was detected spectroscopically by Hartley and Ramage ([3]), who investigated a number of corundums and rubies in the oxyhydrogen flame, and later by Wild and Klemm ([4]).

Papish and O'Leary ([5]), while investigating a series of red rubies of different hues from India, Transvaal, Urals and Ceylon in the arc by the method of comparison spectra, found that the majority of the samples contained up to 0.1 % chromium.

The purpose of this work was to investigate the cause of the colour (red, blue and light-grey) of the corundum from the Semiz-Bugu deposit in North Kazakstan.

Spectrographical analysis was made use of. Qualitative determinations, effected by taking the spectra of minerals in the arc and condensed spark by means of a large quartz Schmidt and Haensch spectrograph, showed that the red corundum contains considerable quantities of chromium, some vanadium and titanium, while the blue one contains considerable quantities of titanium, a small amount of chromium and traces of vanadium. For the quantitative determinations, the corundum, after being melted with borax, was dissolved in water acidulated with HCl. The determinations were made in the spark by the method of comparison spectra. For this purpose, a series of standard solutions containing, beside borax, fixed quantities of Cr, Ti, V anb Ga, were prepared. The results of the determinations are shown in Table 1.

The data obtained by us justify the conclusion to the effect that the red corundum is coloured by chromium and not by titanium, and the blue one by titanium, as was to be expected.

There are no grounds to attribute the red colour of corundum No 1 to the presence of vanadium (0.04 %). On the contrary, experiments of Tiede and Lüders (2) on the preparation of artificial corundums with the admixture

Table 1

Nos	Sample and colour	Content in perecentages			
		Cr	Ti	V	Ga
1	Red corundum with a brownish shade	0.18	0.01	0.04	0.005
2	Blue corundum	0.002	0.2	Traces	0.005
3	Light-gray corundum	Traces	0.03	Traces	0.002

of vanadium salts showed that V causes a greyish-green colouring. The capacity of vanadium to impart green colour to some minerals was shown by spectroscopic investigations of Wild and Klemm (6), who had found vanadium in smaragds.

As to iron, whose admixture to artificial corundum imparts to the latter a yellow or yellowish-brown colour, according to our determinations, its quantity in all the three corundum samples is approximately the same. The red corundum, as compared with the other two, contained somewhat more iron. It is very possible that the brown colour of this sample is due to the presence of Fe.

The content of Ga in corundum has been determined up to the present time only twice. Papish and Holt (7) found in a corundum sample from North Caroline less than 0.001 % Ga. Goldschmidt and Peters (8), while analysing spectrographically a corundum sample from Transvaal, found its Ga content to be some thousandths per cent. Thus our determinations accord well with their data.

Besides the quantitative determinations of Cr, V, Ti and Ga, qualitative determinations of other admixtures in corundum by means of investigating the spectra of the minerals in the arc and in the spark were also made. The results of these determinations are shown in Table 2.

Table 2

Nos	Sample and colour	K	Na	Ca	Sr	Mg	Be	Mn	Ni	Cu	Sn	Si
1	Red corundum .	—	Traces	Traces	Traces	+	Traces	Traces	+	—	+	+
2	Blue corundum .	—	Traces	+	+	Traces	Traces	Traces	+	Traces	+	+
3	Light-green corundum . . .	—	Traces	+	+	+	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces	+

Minus indicates that the given element was not detected. Besides Si, Mg и Ca, found in appreciable quantities, all other elements included in the table were found to be present only in very small quantities.

Simultaneously we have performed a qualitative spectral analysis of two disthene samples from the same deposit. The results of this analysis are shown in Table 3.

Table 3

Sample and colour	Na	Ca	Sr	Mg	Mn	Fe	Ti	Cr	Ni	V	Ga
Disthene greyish-blue	Traces	++	+	+	Traces	+	++	++	Traces	+	+
Disthene bluish-green	++	+++	+	+++	Traces	+	+	+++	+	++	+

These data show that the following elements capable to colour a mineral were found in the bluish-green sample: chromium in considerable quantities and a small amount of vanadium. In the greyish-blue sample, these elements are present in somewhat smaller quantities. Conjectures as to the cause of the colour of these samples, without quantitative determinations of the metals found being made, would be premature. Kolbe [9] has recently published an article on the colour of minerals. Comparing the absorption curves and the position of the maximum in the visible region for solid salts containing the $Cr^{\cdots}$ ion with those for a series of minerals, he found it possible to attribute the bluish-green colour of e. g. disthene to the presence of chromium.

In conclusion we wish to express our best thanks to A. N. Filippow for valuable advice and to N. P. Petrov for his having kindly placed at our disposal corundum and disthene samples.

Leningrad Optical Institute
Laboratory of Spectral Analysis.

Received
13.XII.1935.

REFERENCES

[1] Курс нерудных месторождений, Под редакцией Н. М. Татаринова, Москва, Горгеонефтиздат (1934), стр. 93—94. [2] E. Tiede u. H. Lüders, Ber. d. chem. Ges., **11**, 1681 (1933). [3] W. N. Hartley and H. Ramage, Journ. Chem. Soc., Transact., **79**, 61 (1901). [4] G. O. Wild u. R. Klemm, Centralbl. f. Miner., Geol., Paläont. A, **2**, 30 (1926). [5] J. Papish and W. J. O'Leary, Ind. Engin. Chem., **3**, 11 (1931). [6] G. O. Wild u. R. Klemm, Centralbl. f. Miner., Geol., Paläont., A, **1**, 21 (1926). [7] J. Papish and D. A. Holt, Journ. Phys. Chem., **32**, 142 (1928). [8] V. M. Goldschmidt u. Cl. Peters, Nachr. d. Ges. Wiss. Göttingen, H. 2, S. 165 (1931). [9] E. Kolbe, Neues Jb. Miner., Geol., Paläont., Abt. A, Beil-Bd. 69, 183 (1935).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume I (X), № 1 (78)

PHYSIK

ELEKTRISCHE DURCHSCHLAGSFESTIGKEIT VON GASGEMISCHEN

Von G. M. KOVALENKO

(Vorgelegt von A. F. Joffe, Mitglied der Akademie, d. I. XI. 1935)

In einzelnen Fällen der elektrotechnischen Praxis tritt die Notwendigkeit ein, Gasgemische zu verwenden. Hierbei ist die Änderung der elektrischen Durchschlagsfestigkeit von grosser Bedeutung.

Die meisten Untersuchungen auf diesem Gebiete wurden unter sehr geringem Druck ausgeführt (1). Es bietet Interesse, diese Untersuchungen auf höhere Druckgebiete auszudehnen.

Zunächst wurden Messungen bei annähernd atmosphärischem Druck unternommen. Sämtliche Messungen sind bei Zimmertemperatur gemacht

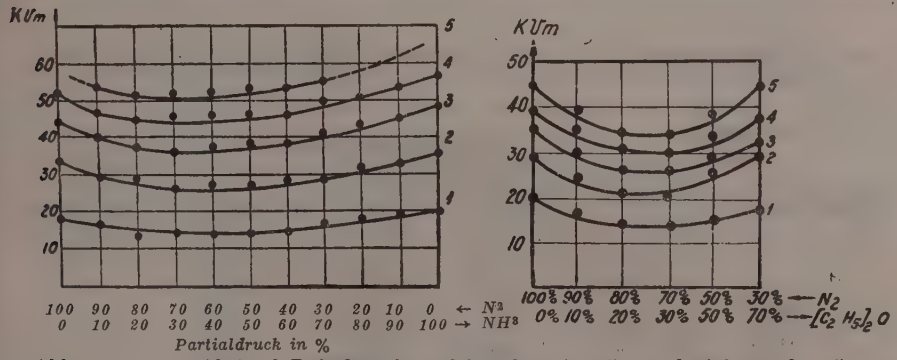


Abb. 1 u. 2. *d*—Abstand Zwischen den Elektroden: *1*—0.5 cm, *2*—1.0 cm, *3*—1.5 cm, *4*—2.0 cm, *5*—2.5 cm. *P*=760 mm.

worden. Der Durchschlag fand zwischen Kugelelektroden mit einem Durchmesser von d=30 mm statt.

Abb. 1 zeigt die Durchschlagsspannung eines Gasgemisches aus N_2 und NH_3 in Abhängigkeit von Konzentrationsänderungen des NH_3 bei verschiedenen Elektrodenabständen. Jede Zahl repräsentiert einen Mittelwert aus 8—10 Einzelmessungen.

Wie aus den Kurven zu ersehen ist, nimmt die Durchschlagsspannung des Stickstoffes mit dem Zusatz von Ammoniak ab und erreicht ihren Mindestwert bei einer Konzentration von etwa 30% Ammoniak um sodann wieder stetig bis zur Durchschlagsspannung des reinen Ammoniaks anzusteigen.

Die Durchschlagsspannungen für das Gemisch aus N_2 und $[C_2H_5]_2O$ sind in Abb. 2 dargestellt. Der Durchschlag geschah zwischen kugelförmigen Elektroden mit einem Durchmesser von $d=15$ mm.

Eine Steigerung der Ätherkonzentration im Gemische führte ebenfalls zur Herabsetzung der Durchschlagsspannung. Der Mindestwert wurde bei einer Konzentration von etwa 30% erreicht. Bei höheren Konzentrationen tritt ein stetiges Anwachsen der Durchschlagsspannungen auf.

Wie bekannt, haben die Durchschlagsspannungen von Ammoniak und Äther einen höheren Wert als die des Stickstoffs; infolgedessen muss die Abnahme der Durchschlagsspannung des Stickstoffes bei Zusatz von Ammoniak oder Äther offenbar nur sekundärer Natur sein.

Es war zu erwarten, dass namentlich der Zusatz von Ätherdämpfen in Anbetracht ihrer elektrisch negativen Natur, die Durchschlagsspannung erhöhen werde; in der Tat jedoch ist gerade das Gegenteil der Fall. Bei Entladungen finden anscheinend gewisse chemische Reaktionen statt, deren Produkte die elektrische Durchschlagsfestigkeit des Gasgemisches herabsetzen.

Diese Annahme wurde bei Messungen unter Ammoniakzusatz geprüft. Es ist bekannt dass unter der Einwirkung von elektrischen Funken eine Zersetzung des Ammoniaks stattfindet, wobei eine Ausscheidung von freiem Wasserstoff eintritt (²).

Der Einfluss des Wasserstoffes auf die Durchschlagsspannung liesse sich eliminieren, indem man die Ergebnisse der ersten Durchschläge unmittelbar nach der Füllung des Gefässes mit denen der nachfolgenden Durchschläge vergleicht. Die entsprechenden Werte sind in der Tabelle zusammengefasst.

Durchschlagsspannungen für NH_3 in Abhängigkeit von der Anzahl der Durchschläge. Elektrodenabstand 1 cm, $P=760$ mm Q. S. Kugeldurchmesser 30 mm.

Durchschlagsfolge / Füllungsfolge	Durchschlagsspannungen in K_5V_m				
	1	2	3	4	5
I	40	35	34.5	34.5	34.7
II	38	34.5	35	34	34.5
III	37	34.5	35	34.5	34.5
IV	36	36	35.5	34.5	34.5
V	42	37.5	37	35.5	34.5
VI	46	36	35.5	35.5	35
VII	43	37	36	36	36
VIII	42.5	35.5	35.5	35	34.7
IX	40	35	34.5	34.5	34.5
X	39.5	37	34.7	34.7	34.7
Mittelwert	40.4	35.8	35.2	34.8	34.7

Wie aus den Angaben ersichtlich, übertrifft der Mittelwert der Durchschlagsspannungen bei dem ersten Funken die weiteren Werte um 14.2%.

Anscheinend rufen selbst winzige Wasserstoffmengen ein erhebliches Sinken der Durchschlagsspannungen hervor.

Die weitere Streigerung der Durchschlagszahl bis auf 20 bleibt ohne Einfluss auf den Wert der Durchschlagsspannung.

Bekanntlich ruft ein direkter Wasserstoffzusatz eine Abnahme der Durchschlagsspannung des Stickstoffes hervor (3).

Die Durchschlagsspannungen eines Stickstoff-Wasserstoffgemisches wurden von uns unter 100 mm Quecksilbersäule Gesamtdruck gemessen.

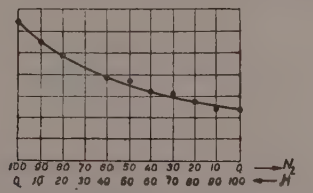


Abb. 3. Elektrodendurchmesser d=30 mm. Abstand zwischen den Elektroden—1 cm. Partialdruck von Wasserstoff und Stickstoff in mm.

Die Abhängigkeit der Durchschlagsspannungen von der Wasserstoffkonzentration zeigt Abb. 3.

Aus diesen Angaben geht hervor, dass unter derart vereinfachten Bedingungen ein stetiges Sinken der Durchschlagsspannungen bei Erhöhung der Wasserstoffkonzentration stattfindet.

Vorliegende Arbeit ist im Laboratorium für physikalische Erforschung der Dielektrika ausgeführt.

Akademie der Wissenschaften der UdSSR
Lebedevsches physikalisches Institut.
Moskau.

Eingegangen
d. 1. XI. 1935.

ZITIERTE LITERATUR

[1] F. M. Penning, ZS. f. Phys., **46**, 335 (1928). [2] Б. Н. Меншуткин, Курс общей химии (неорганической), стр. 453 (1933). [3] Frey, Ann. d. Phys., **85**, 412 (1928).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume I (X), № 1 (78)

PHYSICS

ANOMALOUS STRUCTURES OF FINE CRYSTALLINE SILICA

By N. A. ŠIŠAKOV (SHISHACOW)

(*Communicated by S. I. Wawilow, Member of the Academy, 1. XII. 1935*)

X-ray investigation of crystallite structures of collidalsizes offers great difficulties, since, with X-rays of usual hardness (0.71—1.93 Å), very small crystallites give Debye lines of too great a width, while, on the other hand, in the case of rays of too great a hardness (0.16—0.20 Å), the experiment has to satisfy very high technical demands. The electron diffraction method offers certain advantages in this respect. With electronographs of usual size, diffraction patterns of a satisfactory size are obtained with voltages of the order of 40000—50000 volts and with electron wave lengths of the order of 0.05—0.06 Å; hence it follows that, the sizes of the crystallites being equal, the electronograms ought to show considerably finer lines than in the case of X-rays. I therefore expected to obtain electronograms of great fineness from such object which, in the light of X-rays, have the appearance of true amorphous substances. In a recent communication [1] describing the method of preparing finely divided powders for investigation by electron diffraction, I had occasion to show that excellent electronograms could be obtained with diatomite, which consists for the greater part of amorphous silicic acid. An X-ray study, combined with a microscopic examination in polarized light, failed to reveal any traces of the crystalline phase. In fact, the electronograms did not correspond to any of the known modifications of silicic acid and have so far remained a puzzle; still, the presence of lines of great fineness had to be ascribed to that phase which is considered to be amorphous.

The next amorphous substance to be analysed electronographically was fused quartz. The results of my work with that substance being published elsewhere [2], all that can be given here is a table and the final conclusions. Fused vitreous silica is not an amorphous substance, but consists of deformed crystals of christobalite of parameters $a=6.87$ and $c/a=1.06$ (christobalite is known to crystallize in cubic systems with the parameter $a=7.12$). The size of silica glass crystals probably does not exceed 10—6 cm.

The line with Bragg spacing 4.40 is a apparently due to the vapours of the vacuum lubricant adsorbed on the surface of the powder.

Amongst the other substances I have investigated, special interest attaches to pumice («amorphous» silica of volcanic origin). Table 2 shows the reesult of the analysis of those samples that had been prepared by the sedi-

Table 1

Silica glass

Tetragonal christobalite: $a = 6.87$, $c = 7.28$, $c/a = 1.06$. Electronograms Nos 15*c*—30*c*

Intensity	Indices	*d* calculated	*d* observed
Faint	—	—	4.40
Very intense, fine	(111)	4.041	4.03
Intense	(002)	3.640	3.64
Very intense	(022)	2.498	2.52
Faint	(113)	2.171	2.17
»	(222)	2.020	1.99
»	(133)	1.617	1.65
»	(024)	1.608	—
Medium intensity, fine	(224)	1.456	1.47
Faint, fine	(242)	1.415	1.42
Medium intensity, fine	(044)	1.249	1.26
Very faint	026	1.144	1.11
» »	046	0.991	1.01

mentation of the powder in water. The sedimentation in the air gave slightly different results, which are not given in this paper.

Table 2

Pumice

Tetragonal christobalite: $a = 6.82$, $c = 7.23$, $c/a = 1.06$. Electronograms Nos 52—56, 63 and 64

Intensity	Indices	*d* calculated	*d* observed
Sharp line of uniform intensity	—	—	4.314
Faint line, with spots of greater intensity	(111)	4.012	3.978
Only spots of great intensity	(002)	3.615	3.602
Very intense and wide (inner edge)	(022)	2.480	2.462
Two spots in outer edge	(220)	2.411	2.415
Faint and fine	(113)	2.156	2.175
Very faint	(004)	1.807	1.811
Faint and wide (middle)	(133)	1.607	1.617
Ghost line, with spots	(024)	1.597	1.586
Sharp and fine	(224)	1.446	1.440
Fine line of medium intensity	(044)	1.240	1.243
Faint and fine	(006) (440)	1.205	1.201
Ghost line	226	1.078	1.075
» »	246	0.945	0.938

In all the cases under examination the intensity was measured with spheres of 12.5 cm in diameter, so that occasional deviations of up to 1½% from the average values given above would naturally occur. Any slight differences between the parameters of silica glass and pumice might therefore reasonably be put down to experimental errors. A visual examination of both electronograms would suggest, however, that the parameters are different in either case. I could scarcely expect to get very clear photos for this article owing to the lack of contrasts in the electronograms obtained.

I must therefore confine myself to the statement that, in spite of a great likeness in the general appearance of the electronograms of these two substan-

ces, some particulars of the electronograms reveal certain differences in structure. Thus, for instance, instead of the very fine intense line (022) of the silica glass, we have in the case of pumice, a wide line belonging probably to the planes (022) and (220). In addition to this, other wide lines are also observable in the case of pumice, as, for instance, the line indicated by indices (133), which is also probably a doublet.

A deformation of small crystallites of silica is also observable in other cases besides that of christobalite. In the light of electron rays, fine-grained sand (α-quartz) also exhibits a deformation, the only difference being that, in this case, elongation along one axis and equal transverse contraction along the other axis, as observable in glass and pumice, are replaced by a uniform contraction on all sides.

Instead of the normal parameters of quartz $\left(a = 4.903,\ c = 5.393,\ \text{and}\ \frac{c}{a} = 1.10\right)$, its very small crystallites show the following values: $a = 4.735$, $c = 5.210$, $\frac{c}{a}$, however, remains equal to 1.10. The results obtained with sand are given in Table 3.

Table 3

Very fine sand

Quartz showing equal contraction on all sides: $a = 4.735$; $c = 5.210$; $c/a = 1.10$.
Electronograms Nos 69*c*—74*c*

Intensity	Indices	*d* calculated	*d* observed
Wide line of great intensity . .	—	4.166	—
Very intense	(101)	3.213	4.718
Line of medium intensity	—	2.485	—
Very faint	(110)	2.378	4.756
Line of medium intensity	(102)	2.187	4.741
Faint	(201)	1.913	4.718
Line of medium intensity	(122) (003)	1.748	4.741
» » » »	(202)	1.616	4.750
» » » »	(121)	1.481	4.721
Very faint	—	1.449	—
Line of medium intensity	(122) (301) (203)	1.323	4.724
Very faint	(104)	1.249	4.766
Faint	(221) (123) (114) (130)	1.147	4.734
Ghost line	(400) (105) (132)	1.024	4.728
» »	(231) (231) (402) (304)	0.942	4.741
» »	(006) (224) (403) (232) (411)	0.879	4.735
	Average a = ...	—	4.735

The same as in the case of silica glass and pumice, the first extra ring (4.166) is probably also due to organic substances (cellulose or lubricant vapours). Extra rings very close to these had been repeatedly observed in other conditions both by other writers and myself. Lines 2.485 and 1.449 may also be ascribed to extraneous matter or to some other modification of silica, a small amount of which may be present. As to all the other lines, the indices of the first eight or nine of these are exactly those found from X-ray data. An exact identification of the last four lines is impossible under these

circumstances, but this can scarcely affect the ultimate conclusion as to the structure in question.

It may be mentioned in conclusion that deformations of lattices, similar to those observed by the writer and due to a decreased size of grain, are also known to exist in the case of other substances, as, e. g., in the case of graphite and red phosphorus. Such deformations may therefore be expected to occur also in many other cases. The investigation of such distorted structures would seem fully to admit of the use of the electron diffraction method.

Full particulars of the work done, as well as certain conclusions as to the properties of deformed fine crystals, are shortly to be published elsewhere.

Institute of Cements,
Leningrad.

Received
1. XII. 1935.

REFERENCES

[1] N. A. Shishacow, C. R. Acad. Sci. URSS, I, № 7—8, 461 (1933). [2] N. A. Shishacow, Nature, 1133, 519 (1935); Журнал технической физики (печатается).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume I (X), № 1 (7—78)

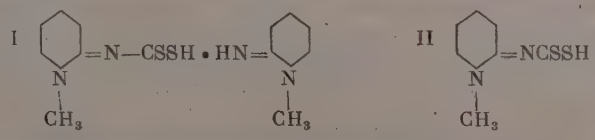
CHEMIE

ÜBER DIE EINWIRKUNG VON SCHWEFELKOHLENSTOFF AUF METHYL-PYRIDONIMMIN

Von K. S. TOPČIJEV

(Vorgelegt von E. Favorskij Mitglied der Akademie, d. 13. XI. 1935)

1928 habe ich eine interessante Reaktion zwischen Schwefelkohlenstoff und der tautomeren Form des Methyl-amino-pyridins, dem Methyl-pyridon-imin, vefolgt*. Bei dieser Reaktion sollte ein Thioharnstoff des Methylpyridon-imins entstehen. Es zeigte sich jedoch, dass die Reaktion in einer anderen Richtung, ohne Schwefelwasserstoffbildung verläuft. Als Reaktionsprodukt wurde damals eine Substanz erhalten, die ihren Eigenschaften und dem Analysenbefund nach zu urteilen, dem Methyl-pyridonimin-Salz der Methyl-pyridonimin-dithio-carbaminsäure I entsprach, d. h. die Reaktion verlief normal, unter Entstehung einer substituierten Dithiocarbaminsäure.

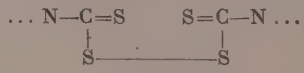


Die Versuche wurden von neuem aufgenommen, weil es uns damals gelungen war, noch einen zweiten Stoff zu isolieren, der sich sowohl in seinen Eigenschaften, als auch auf Grund der Analyse stark von dem erstgenannten Stoff (I) unterschied. Dieser zweite Stoff wurde damals nicht näher untersucht; selbst seine Entstehung wurde ewtaigen Zufälligkeiten der gewählten Reaktionsbedingungen zugeschrieben. Nach dem Analysenbefund müsste dieses Nebenprodukt durch Einwirkung von einem Mol Schwefelkohlenstoff auf ein Mol Methyl-pyridonimin entstanden sein, d. h. ihm käme die Struktur der Formel (II) zu. Derartige Dithio-carbaminsäuren sind jedoch im freien Zustand nicht existenzfähig, weshalb eine derartige Struktur des Stoffes (II) unwahrscheinlich erschien.

Die Versuche wurden unter Auswahl der für die Bildung von (II) günstigsten Bedingungen wiederholt. Es wurde mit einem Überschuss an Schwefelkohlenstoff gearbeitet, wobei wieder ein Stoff erhalten wurde, dessen Analysenbefund der Formel (II) entsprach. Die Frage über die Struktur des erhaltenen Stoffes (II) ist insofern von grossem Interesse, als die ihm zugeschriebene Form einer freien Dithio-carbaminsäure ausgeschlossen erscheint.

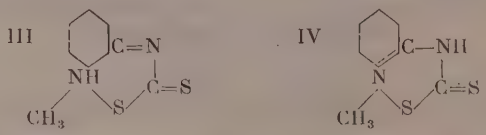
* Über *N*-Methyl-pyridon-imin vgl. (1).

Des weiteren muss eine zyklisierende Oxydation am β-Kohlenstoff-atom ausscheiden, da es bekannt ist, dass derartige Produkte bei der Oxydation Stoffe vom Thiuram-disulfid-Typus liefern



Die einzige Möglichkeit, die Struktur dieses Stoffes zu deuten, ist die Annahme einer betainartigen Salzbildung unter Ringschluss am Ring-Stickstoff.

Die nähere experimetelle Untersuchung dieses Stoffes ergab die Möglichkeit, diesem nicht die Struktur (III), sondern deren tautomere Form (IV)



zuzuschreiben, in welcher ausser einem Pyridin-Ring noch ein Thio-diazol-Ring vorhanden ist.

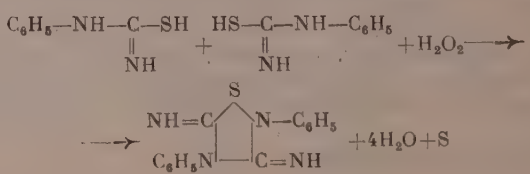
Für das Vorhandensein eines Thio-diazol-Ringes und nicht eines inneren Salzes spricht das Verhalten des Stoffes gegenüber Wasser und Alkalien. Während beispielsweise das Salz (I) selbst in kaltem Wasser leicht löslich ist, wird der zweite Stoff auch von heissem Wasser nicht gelöst, was unwahrscheinlich wäre, wenn diesem Körper die salzartige Struktur (III) zukäme.

Ein weiterer überzeugender Beweis für das Vorhandensein eines Thio-diazol-Ringes gemäss Formel (IV) ist das Verhalten dieses Körpers gegenüber Alkalien. Im Falle salzartiger Struktur (III) müsste die Einwirkung von konzentriertem Alkali eine rasche Ringsprengung des salzartigen Zyklus herbeiführen unter Bildung eines offenkettigen Salzes, dem die Struktur (II) zukäme. Der Körper wird jedoch durch konzentrierte Natronlauge in keiner Weise verändert.

Des weiteren ist die Möglichkeit, diesen Stoff unzersetzt im Vakuum (173°/3 mm) zu destillieren, für die Struktur (IV) ebenfalls beweisend, denn eine salzartige Substanz der Formel (III) müsste hierbei Zersetzung erleiden.

Der bei der Einwirkung von Schwefelkohlenstoff auf Methyl-pyridon-imin entstehende Thio-diazol-Ring ist in der Literatur äusserst spärlich beschrieben. Die ersten Beschreibungen von Reaktionen, die zur Bildung von Thio-diazol-Ringen führen, gehen auf D. S. Hector [2], Dost [3], Hoffman und Gabriel [4], Hugershoff [5], Freundlich und Bierke [6] zurück.

1925 beschrieben Romani und Pelizola [7] ein technisches Verfahren zur Gewinnung von Oxydationsprodukten aromatischer Mono-thio-carbamide. So entstehen bei der Oxydation von Mono-phenyl-thio-carbamid, unter Ausscheidung von elementarem Schwefel, heterozyklische Verbindungen, die zusammenfassend unter dem Namen «Hectorsche Basen» bekannt sind.



Trotz verschiedenen Ausgangsmaterials und andersartiger Reaktion ist der von uns erhaltene Thio-diazol-Ring:

mit demjenigen der «Hectorschen Basen» identisch.

BESCHREIBUNG DER VERSUCHE

N-Methyl-pyridonimin-Salz der N-Methyl-pyridindithiocarbaminsäure (I)

Bei der Einwirkung von Schwefelkohlenstoff auf Methyl-pyridon-imin entstehen je nach den Versuchsbedingungen Methyl-pyridon-imin-Salz der substituierten Dithio-carbaminsäure oder der Bizyklus Methyl-pyridodithio-diazol.

Wird die Reaktion in alkoholischer Lösung, zu Beginn in der Kälte, später auf dem Wasserbade ausgeführt, wobei auf zwei Mol Methyl-pyridonimin ein Mol Schwefelkohlenstoff zur Reaktion gelangen, so entsteht das Salz der zugehörigen Dithiocarbaminsäure. Führt man dagegen die Reaktion mit einem Überschuss an Schwefelkohlenstoff und in Abwesenheit von Alkohol aus, so tritt stürmische von Wärmetönung begleitete Bildung von kristallinem Dithio-diazol-derivat ein.

Das verwendete Methyl-pyridon-imin wurde nach Tschitschibabin [1] durch Einwirkung von Methyljodid auf α-Aminopyridin dargestellt. Das aus dem Jodid mittels frisch gefälltem Silberoxyd abgeschiedene Methyl-pyridonimin siedete bei 15 mm 110—114°.

5 g Methyl-pyridon-imin wurden in 10 cm³ Alkohol gelöst und in der Kälte mit 1.76 g Schwefelkohlenstoff versetzt. Das Reaktionsgemisch erwärmte sich und wurde nach dreistündigem Stehen in der Kälte, unter Rückfluss auf dem Wasserbade eine halbe Stunde lang erwärmt. Nach dem Erkalten schieden sich 3.25 g eines gelben kristallinen Stoffes aus, vom Schmelzpunkt 158°. Nach dem Umkristallisieren aus Alkohol wurden gelbe prismatische Kristalle erhalten, F. P. 160°.

7.14 mg Substanz: 1.196 cm³ N (27°, 753 mm)
$C_{13}H_{16}N_4S_2$ ber. N 19.18
gef. N 18.91

Das Reaktionsprodukt ist in Wasser und Alkali in der Kälte leicht löslich. Bei der Destillation im Vakuum tritt Zersetzung ein.

N-Methyl-pyrido-dithio-diazol (IV)

Zu 6 g Schwefelkohlenstoff, die sich in einem mit Wasser gekühlten Kolben befanden, wurden durch den Rückflusskühler tropfenweise 6.7 g frisch destillierten Methyl-pyridon-imins (Darstellung s. oben) zugegeben. Jeder einfallende Tropfen reagiert stürmisch mit dem Schwefelkohlenstoff unter starker Wärmetönung

Schwefelwasserstoffentwicklung konnte nicht wahrgenommen werden. Die ganze Masse erstarrt zu Kristallen, die mit einer geringen Menge siedenden Alkohols behandelt wurden. Nach dem Erkalten wurden ca. 5 g goldgelber Nadeln von Schmelzpunkt 135° erhalten. Die Substanz ist in kaltem Wasser unlöslich, sehr schwer löslich in siedendem Wasser.

Nach dem Auswaschen der Kristalle mit konzentrierter Natronlauge, darauffolgendem Absaugen, mehrfachem Waschen mit Wasser und Trocknen im Vakuum blieb der Schmelzpunkt unverändert. Die Substanz lässt sich unzersetzt im Vacuum bei 173°/3 mm destillieren.

1.1200 g Subst.: 0.1997 g H_2O_2 u. 0.0461 g H_2O.—0.1110 g Subst.: 0.1861 g CO_2 u. 0.0460 g H_2O.—9.18 mg Subst.: 1.19 cm³ N (24°, 7.58 mm).—7.64 mg Subst.: 1.04 cm³ N (25° 748 mm).

	C	H	N
$C_7H_8N_2S_2$ ber.	45.65	4.34	15.20
gef.	45.71	4.30	15.10
	45.40	4.28	15.39

Zusammenfassung

Bei der Einwirkung von Schwefelkohlenstoff auf Methyl-pyridon-imin entstehen je nach den Reaktionsbedingungen das Methyl-pyridon-imin-Salz der substituierten Dithio-carbaminsäure (I) oder das bizyklische *N*-Methyl-pyrido-dithio-diazol (IV).

Wird die Reaktion in alkoholischer Lösung ausgeführt, unter Anwendung von einem Mol Schwefelkohlenstoff auf zwei Mol Methyl-pyridon-imin, so entsteht das Salz der entsprechenden Dithio-carbaminsäure (I). Führt man dagegen die Reaktion mit überschüssigem Schwefelkohlenstoff ohne Verdünnungsmittel aus, so entsteht in stürmischer Reaktion die kristalline bizyklische Base (IV).

Der Thiodiazol-Ring der sogenannten «Hector'schen Basen», welcher von Romani und Pelizola durch Oxydation aromatischer Mono-thio-carbamate erhalten wurde, ist mit dem Ring in Substanz IV, durch Reaktion von Schwefelkohlenstoff mit Methyl-pyridon-imin entstandenen, identisch.

Akademie der Wissenschaften der UdSSR.
Laboratorium für Erforschung und Synthese
pflanzlicher und tierischer Stoffe. Moskau.

Eingegangen
d. 13.XI.1935.

ZITIERTE LITERATUR

[1] Tschitschibabin, B., **54**, 816 (1921). [2] Hector, B., **22**, 1176 (1889); **23**, 397 (1890). [3] Dost, B., **39**, 863 (1906). [4] Hoffmann u. Gabriel, B., **25**, 1587 (1892); **25**, Ref. 799. [5] Hugershoff, B., **36**, 3121 (1903). [6] Freundlich u. Bierke, ZS. f. phys. Chem., **91**, 6 (1916). [7] Romani et Pelizola, Le Caoutchouk et la Gutta-Percha, **22**, 12506 (1925).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume I (X), № 1 (78)

CHIMIE.

SUR QUELQUES SINGULARITÉS DANS LES VARIATIONS DE L'INDICE DE RÉFRACTION DES VERRES A DES TEMPÉRATURES AU-DESSOUS DE 300°

Par N. TUDOROVSKAJA

(*Présenté par I. V. Grebenščikov, de l'Académie, le 6. XII. 1935*)

Les phénomènes décrits plus loin ont été découverts au cours d'une étude—conduite d'après la méthode de A. A. Lebedeff—des variations de l'indice de réfraction des verres pendant le chauffage.

La méthode de Lebedeff permet de mesurer cette variation directement au cours du chauffage du verre.

Pour ce travail furent pris des verres appartenant aux systèmes binaires $Na_2O—SiO_2$ et $PbO—SiO_2$, comme étant de la composition la plus simple. En outre ils permettent de suivre l'influence exercée par le changement de la composition du verre sur le caractère de la variation de son indice de réfraction au chauffage.

Les mesures montrèrent que pendant le traitement du verre à une température plus basse que celle de la région de recuit, l'indice de réfraction du verre augmente jusqu'à une certaine limite. Au refroidissement subséquent du verre la courbe des variations de son indice de réfraction avec la température va un peu au-dessus de la courbe obtenue pendant le chauffage, et les deux courbes ne se confondent que pendant que la température baisse.

Ce phénomène fut observé sur verres du système binaire $Na_2O—SiO_2$, sur un verre du système binaire $PbO—SiO_2$ et sur du Crown à baryte, qualité 6, provenant de la fabrique de verre optique de Leningrad.

La composition des verres des systèmes binaires est donné dans la table.

Système $Na_2O—SiO_2$, p.-c. moléculaires			Système $PbO—SiO_2$, p.-c. moléculaires		
№ des verres	SiO_2	Na_2O	№ des verres	SiO_2	PbO
2	66.66	33.34	8	60.00	40.00
3	62.50	37.50	—	—	—
4	73.00	27.00	—	—	—
5	77.00	23.00	—	—	—

La qualité 6 fut prise afin de se convaincre que le phénomène que nous décrivons ici est aussi observé sur des verres de composition plus compliquée.

Les expériments montrèrent que:

1. Un accroissement de l'indice de réfraction du verre à une température constante fut observé chez tous les verres étudiés, indépendamment du fait d'une augmentation ou d'une diminution de l'indice de réfraction pendant le chauffage.

2. Le laps de temps durant lequel l'indice de réfraction atteint une valeur constante, est relativement très petit (de 10 à 15 minutes). Il ne dépend d'une manière appréciable ni de la température, ni de la composition du verre, et ne dépend que de la grandeur de l'écartement de l'indice de réfraction de sa valeur finale.

Lorsque ces résultats furent obtenus, il fut décidé d'essayer de tremper le verre à des températures dans la région desquelles est observé le phénomène décrit plus haut, en mesurant l'indice de réfraction du verre.

Les mesures de l'indice de réfraction furent exécutées d'aprés la méthode d'interférence à l'aide de l'interféromètre à polarisation de Lebedeff (²) avec plaques de spath d'Islande produisant un écart des rayons de 1 mm.

Les mesures s'effectuent d'après le principe suivant: on introduit dans chacun des deux rayons interférants une éprouvette; ces éprouvettes sont de longueur égale et sont prises d'un même morceau de verre bien recuit. Si les différences de marche introduites ainsi dans les rayons interférants sont égales, il n'y aura aucun changement dans le tableau d'interférence. Mais si elles ne sont pas égales, il y aura changement de couleur à l'endroit du tableau d'interférence où interfèrent les rayons ayant traversé l'éprouvette. En introduisant la différence de marche supplémentaire et de signe contraire on peut compenser la différence de marche introduite par les éprouvettes, et définir ainsi la valeur et le signe de cette différence de marche.

Sachant la différence de marche δ et l'épaisseur de l'éprouvette on peut en faisant usage de la relation

$$\Delta n = \frac{\delta}{h}$$

trouver la différence Δn des indices de réfraction entre les deux éprouvettes.

L'éxactitude de la mesure de Δn si l'épaisseur des éprouvettes est de 10 mm environ, sera de l'orde de 2 à 4 unités de la septième décimale.

On préparait d'avance un grand nombre d'éprouvettes parmi lesquelles on choisissait des paires introduisant une différence de marche égale. L'une des éprouvettes de chacune de ces paires fut chauffée au four. On plaçait les éprouvettes dans un four où l'on maintenait une température constante, et on laissait les éprouvettes pendant 1, 1, 5, 2 etc. minutes, après quoi elles furent jettées dans de la glycerine ayant la température de l'air ambiant, où elles se refroidissaient suffisamment vite et n'éclataient pas.

Après ce traitement on mesuraient de nouveau la différence de marche entre les éprouvettes de la même paire et on définissait ainsi la variation subie par l'indice de réfraction par suite du chauffage de l'éprouvette.

D'après les résultats obtenus furent tracées les courbes donnant la variation de l'indice de réfraction en fonction du temps pendant lequel l'éprouvette fut laissée au four. Les mesures ont été faites pour les verres N 4 et 5 du système binaire $Na_2O—SiO_2$ (la composition de ces verres est indiquée dans la table).

L'examen des courbes ainsi obtenues montra que dans les verres ont lieu, dans la région des températures étudiées, deux phénomènes distincts,

différant l'un de l'autre par le caractère du changement de l'indice de réfraction.

Le premier de ces phénomènes a lieu à des températures au-dessous de 170 à 200° (selon la composition du verre): quand on expose le verre au four à une température constante son indice de réfraction pendant les premières 2 à 3 minutes décroit et atteint une certaine valeur constante, après quoi, si on laisse le verre dans le four, l'indice de réfraction reste constant. La fig. 1 reproduit une courbe de ce type obtenue à une température de 135° pour le verre No 5.

Le second phénomène a lieu au-dessus de 170—200°: durant les premières 2 à 3 minutes après que le verre fut placé dans le four, l'indice de réfraction éprouve un changement plus considérable que dans le premier cas.

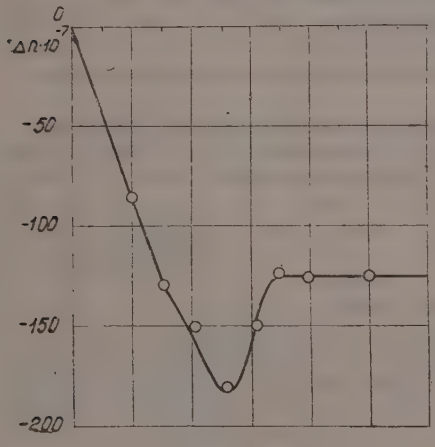


Fig. 1.

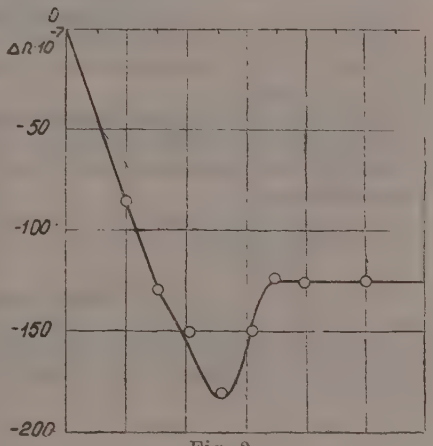


Fig. 2.

L'indice de réfraction décroit, atteint une valeur minimum, puis augmente un peu, atteint une valeur constante, et si on laisse le verre dans le four, ne change plus.

La fig. 2 montre une courbe de ce type obtenue pour le verre N 5 à une température de 190°.

Le changement final de l'indice de réfraction est égal dans les deux cas. Le temps durant lequel l'indice de réfraction atteint une valeur constante est de l'ordre de 3 minutes et ne dépend pas appréciablement de la température.

Les mêmes verres N 4 et 5 fûrent en outre soumis aux expériments suivants: on changeait la température des éprouvettes ainsi que celle de la glycérine dans laquelle les éprouvettes furent jettées du four.

Il se montra qu'en choisissant d'une certaine manière ces deux températures on peut exclure le second des deux phénomènes décrits plus haut, à savoir—l'apparition d'un minimum supplémentaire.

Ainsi il nous réussit de séparer les deux phénomènes. D'autres expériments avec le verre N 5 montrèrent que si l'on change la température jusqu'à laquelle on chauffe le verre dans un four à tremper, on observe dans l'intervalle de 80 à 120° un accroissement successif de l'effet illustré par la fig. 1. Au-dessus de 120° sa valeur due à l'effet N 2 ne dépend pas de la température.

Dans l'intervalle de 170 à 200° est aussi observé un accroissement non constant de la valeur du minimum supplémentaire. Au-dessus de 200° la valeur du minimum reste constante.

Les graphiques furent tracés donnant la relation entre la valeur finale des variations de l'indice de réfraction aux températures de l'intervalle de 80 à 100° et les valeurs du minimum dans l'intervalle de 170 à 200°. Il se montre que les valeurs obtenues tombent assez bien sur une droite.

Tout ce qui a été dit plus haut laisse voir que dans le verre exposé à des températures plus basses que celles de la région de recuit, se produisens au moins deux procés distincts causant un changement de l'indice de réfraction du verre.

Il est possible de tremper le verre à ces températures. L'expériment montre que le changement de l'indice de réfraction ainsi obtenu reste constant à la température de l'air ambiant au moins pendant 3 mois. On recuit le verre ainsi trempé en l'exposant pendant 30 minutes à 300° et en le refroidissant lentement ensuite. Après le recuit l'indice de réfraction du verre reprend sa valeur originelle.

L'investigation de ces phénomènes continue. On étudie actuellement l'influence de l'intervalle des températures au chauffage et au refroidissement des éprouvettes et le caractère de ces phénomènes sur des verres de composition différente.

Institut d'Optique
Léningrad

Manuscrit reçu
le 6. XII. 1935.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] A. A. Lebedeff, Sur le recuit du verre d'optique. Travaux de l'Institut d'Optique de Léningrad, 1924, vol. III, fasc. 24. [2] A. A. Lebedeff. Interféromètre à polarisation et ses applications. Travaux de l'Institut d'Optique, 1931, vol. V, fasc. 35,

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume I (X), № 1 (78)

GEOLOGY

CONCERNING TRACES OF THE UPPER VOLGIAN STAGE IN THE WEST SIBERIAN LOWLANDS

By V. I. BODYLEVSKIJ

(Communicated by A. A. Borissiak, Member of the Academy, 6. XII. 1935).

In 1929, V. I. Gromov discovered mesozoic deposits during a geological survey of the middle course of the river Ob. It would be superfluous to emphasize the extraordinary significance of this discovery, made almost in the centre of a vast expanse covered, so far as was known, only by post-tertiary formations. The principal outcrop of mesozoic deposits is located on the right bank of the Bolshoi Yugan river, near Eutski settlement (2).

The fauna delivered to the author for study was tentatively assigned to the top of the Upper Jurassic or to the bottom of the Lower Cretaceous. It was only a short time ago, in connection with a study of the mesozoic fauna of the Middle Urals and of Nova Zemla, that it was possible to come nearer to an ascertainment of the age of the Yugan fauna as well. In the latter, the author distinguished: *Belemnites Rouillieri* Pavl., B. *mamillaris* Eichw*, *Pecten (Entolium* nummularis d'Orb)., *P. (Entolium) demissus* Phil., *Nucula Borealis* Tullb., *Unicardium* sp. indet., *Pleuromya* (?) sp. indet., *Cerithium* (?) sp. indet.

Before passing to an analysis of this list from the point of view of geological age, let us consider certain neighbouring fauna found in the western reaches of the West-Siberian lowlands, on the eastern slopes of the Urals. As is known, E. S. Fedorow found in the basin of the Tolya River (which enters into the North Sosva river system) deposits with fauna that S. N. Nikitin attributed to the Upper Volgian Stage on the basis of the presence of *Ammonites okensis* (5). D. I. Ilovaiski did not find this fauna on the occasion of his visit to the Tolya basin and was inclined to deny that Fedorov had found *Craspedites okensis* (3). The author succeeded in searching out from Fedorov's collection (in the Museum of the Mining Institute) specimens

* So far as known, no one since Eichwald (6) has adverted to this form. Its chief characteristic is the extraordinarily shortened post-alveolar section: in one of the Yugan specimens having a dorsoventral diameter of 27 mm, the length of the post-alveolar portion was 35 mm (1.30 times the dorsoventral diameter); in another having a dorsoventral diameter of 25 mm, the length of the post-alveolar portion was 38 mm (1.52 times the dorsoventral diameter). It may be supposed that the characteristic sculpturing attributed by Eichwald to this species («Le test, recouvert de petits tubercules mamelonnés, caractérise cette espèce...», ibid, p. 1004), in general, never observed in belemnites, was only the result of external, accidental reactions on the shell. This sculpturing was not found on a single one of our specimens—neither on the North-Ural nor the Yugan ones.

of loose brown ferriferous sandstone (outcrop No 442, according to Federov) containing *Craspedites okensis*, and thereby confirmed the presence in this region of the Upper Volgian Stage. In this same rock there are included, according to the writer's determinations, *Neumayria* cf. *subfulgens* Nik., *Pecten (Entolium) nummularis* d'Orb., *Modiola Strajeskiana* d'Orb., *Rhynchonella* sp. and numerous other forms. In one of the older collections from the Tolya River (in the museum of the Mining Institute) there are specimens of *Belemnites mamillaris* Eichw.; judging from the rock preserved in the alveolar socket, this species, too, comes from the Upper Volgian Stage.

By the aid of this fauna it can be affirmed that the brown glauconite sandstone, an outcrop of which was found by N. A. Sirin on the Sosva River, at the mouth of the Manya, nearly 100 km south of the point just investigated, also belongs to the Upper Volgian Stage. In this sandstone the author determined: *Pecten (Entolium) nummularis* d'Orb., *Modiola Strajeskiana* d'Orb. and large Pinna sp.

It is hard, on the basis of the scanty data of the literature, to decide the question of the presence of the Upper Volgian Stage in other points of the basin of the Sosva River. We can only conjecture that the sandstones bearing *Neumayria (?) Tolijense* Nik., present in this district, are to be attributed to the very lowest Neocomian.

Returning to the Yugan fauna, we find there forms shared by the Upper Volgian Stage of the North Urals: *Pecten nummularis* d'Orb. (this species reaches its greatest development in the Upper Volgian Stage; besides, it is known from the Oxford and Kimmeridge) and, possibly, also *Belemnites mamillaris* Eichw. Among other forms, *Nucula borealis* Tullb. is significant: up to this time this species was known only from the Aucella Upper Volgian limestone of Nova Zembla ([1]). *Belemnites Rouillieri*—a species found from the top of the Lower Volgian Stage to the lower Neocomian inclusive ([7,4]) gives no more exact an indication of the age.

From what has been said it follows that, despite the absence in the Yugan fauna of reliable fossil clues, this fauna may, with great probability, be considered as Upper Volgian. The data at present available are insufficient to establish more exactly its position within the limits of the Upper Volgian Stage.

From the paleogeographical point of view, the presence in the Yugan fauna of forms in common partly with the North Urals and partly with Nova Zembla is of interest. It would seem that the basin which in the Upper Volgian time extended from Nova Zembla to the eastern slopes of the Northern Urals [reaching in the South-West up to the Middle Russian region ([1])] was not limited to a narrow strip along the Urals, but stretched far to the East into the region of the West Siberian lowland. It is to be hoped that future investigations will reveal yet other traces of the mesozoic sea in this little studied region.

Mining Institute.
Leningrad.

Received
6. XII. 1935.

REFERENCES

[1] В. Бодылевский, Фауна верхнего волжского яруса Новой Земли. Труды Арктического инст. (manuscript). [2] В. Громов, Труды Ком. по изуч. четверт. периода, III, стр. 18, 21 (1933). [3] Д. Иловайский, Ежегодн. геол. и минер. России, VIII, стр. 267 (1905—1906). [4] Г. Крымгольц, Изв. Геол. ком., XLVIII, № 7, стр. 134 (1929). [5] Е. Федоров, Изв. Геол. ком., VIII, стр. 16 (1889). [6] E. Eichwald, Lethaea rossica, période moyenne, p. 1003, tabl. XXIII, fig. 3 (1868). [7] A. Pavlow et G. Lamplugh, Bull. Soc. d. Natur. de Moscou, p. 61 (1892).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume I (X), № 1 (78)

GEOCHEMIE

AUSSCHEIDUNGSFOLGE VON SILIKATEN AUS DER MAGMATISCHEN SCHMELZE UND IHRE KRISTALLGITTERENERGIEN

Von G. G. LAEMMLEIN

(Vorgelegt von A. E. Fersman, Mitglied der Akademie, d. 4. XI. 1935)

Die Ausscheidungsfolge von Mineralien aus natürlichen magmatischen Schmelzen ist eine der kompliziertesten und widerspruchvollsten Fragen der Petrologie.

Der bekannte Erfahrungssatz von H. Rosenbusch stellt bloss statistische Tatsachen der Ausscheidungsfolge von Mineralien fest. Nichtsdestoweniger werden für die meisten Intrusivgesteine durch diesen Satz mehr oder weniger objektiv gewisse Eigentümlichkeiten der magmatischen Schmelze wiedergegeben, die von den üblichen Methoden der physikalisch-chemischen Analyse der Silikatgemische noch nicht genügend erfasst werden konnten und so manchen petrologischen Problemen einen spezifischen Charakter verleihen.

Einen glücklichen Versuch, diese empyrisch festgestellte Aufeinanderfolge erkenntnismässig zu erfassen, haben wir N. L. Bowen zu verdanken; dieser Versuch auf Grund der Schmelzkurven führte zur Aufstellung der sog. Reaktionsreihen, welche im wesentlichen die im Rosenbusch'schen Satze enthaltene Aufeinanderfolge wiederholt.

Ich möchte hier die Petrologen darauf aufmerksam machen, dass die Reaktionsreihe der Mineralien Olivin, Pyroxen, Amphibole, Biotit, Feldspat und Quarz zu gleicher Zeit eine Normale Silikatreihe mit abnehmendem Verhältnis (Si, Al) zu O darstellt. Die weiteren Gegenüberstellungen sind aus der Tabelle ersichtlich (sich S. 34).

Dieses Verhältnis entspticht dem Charakter der Anordnung der tetraedrischen Gruppen SiO_4 oder AlO_4 im Kristallgitter der in der Reihe enthaltenen Mineralien. Wir haben hier nacheinander fast sämtliche Mineraliengruppen aus der von W. L. Bragg vorgeschlagenen Klassifikation der Silikate. Olivin hat in der Tat selbstständige SiO_4-Tetraeder. Zu dieser Gruppe gehört auch Zirkon. Das Pyroxengitter dagegen weist Tetraederketten auf. Bei den Amphibolen sind solche Ketten paarweise miteinander verbunden, und ist dementsprechend das Verhältnis Si : O=4 : 11 etwas gesunken (bei Pyroxen—1 : 3). Im Biotitgitter ferner, wie auch bei allen Glimmern, sind schon Tetraederschichten enthalten. Und die Feldspate endlich sind, ähnlich dem Quarz, auf einem Raumgerüst aus Si- und Al-Tetraedern aufgebaut.

Verhältnis Si zu O	Art der (Si, Al) O_4-Tetraederverknüpfungen	Benennung des Minerals	Formel	Gitterenergie in Kcal/Mol auf Baueinheit des Gerüstes bezogen
SiO_4	Selbstständigen Tetraeder	Olivin	$(Mg,Fe)_2[SiO_4]$	$\backsim 4.2\times10^3$
SiO_3	Ketten	Pyroxen	$\overset{II}{M}[SiO_3]$	$\backsim 4.1\times10^3$
Si_4O_{11}	Gepaarte Ketten . .	Amphibole	$(OH)_2\overset{II}{M}_7[Si_4O_{11}]_2$	$\backsim 3.8\times10^3$
$(Si,Al)_2O_5$	Schichten	Glimmer	$(OH)_2\overset{I\ II}{M}M_3[AlSi_3O_{10}]$	$\backsim 3.0\times10^3$
$(Si,Al)O_2$	Dreidimensionales Gerüst	Feldspat	$\overset{I\ II}{(M_2,M)}[AlSi_3O_8]_2$	$\backsim 2.4\times10^3$
		Quarz	SiO_2	$\backsim 2.6\times10^3$

Schon in der Abhandlung von F. Machatschki sind Andeutungen auf eine derartige Abhängigkeit der Ausscheidungsfolge der Silikate von ihrem Bau enthalten(3).

Der Abnahme des Verhältnisses (Si, Al) zu O, die von einer zunehmend komplizierteren Gestaltung des Kieselsäure bzw. Alumo-Kieselsäureskeletts der Kristalle zeugt, entspricht naturgemäss auch eine stete Abnahme der auf die Skeletteinheit bezogenen Kristallgitterenergie, d. h. dividiert durch die Zahl der (Si, Al)-Atome in der Molekularformel, nach welcher die Gesamtenergie des Gitters berechnet wurde.

In der Tabelle sind für die relativen Gitterenergien bei Silikaten verschiedener Grupen freilich nur Näherungswerte angeführt; indessen lässt sich auch an ihnen eine Abnahme erkennen, die mit zunehmender Kompliziertheit der (Si, Al) O_4 Tetraederanordnung immer grösser wird.

Die Gesamtgitterenergie wurde nach der Born-Haberschen Kreisprozessformel berechnet, deren sich E. Schiebold(4) bei der Berechnung der Gitterenergie bei Feldspaten, Quarz und Leuzit bedient hatte. Da nun experimentelle Angaben über Bildungswärmen aus Oxyden für die Mineralien der ganzen Reihe fehlen, diese Wärmetönungen aber ca. 10% (und weniger) der Gesamtenergie ausmachen, so beschränke ich mich bloss auf die angenäherten Zahlen, die nur die Grössenordnung der Energiewerte für eine jede Gruppe kennzeichnen.

Dagegen werden die Ausscheidungsfolge und Stabilität der zu ein und derselben Gruppe gehörigen Mineralien durch genauere Werte der Gesamtkristallgitterenergie bedingt. Eine besondere Bedeutung gewinnen hierbei die aus der Lehre von den Ionenradien abgeleiteten Gesetze der Isomorphen Substitution.

Höchst wertvolle Resultate für das ganze Problem der geochemischen Kristallisationsvorgänge in ihrer Aufeinanderfolge lassen sich von der weiteren Entwicklung des Grundgedankens von A. E. Fersman (5,6) über vereinfachte Berechnungsmethoden der Kristallgitterenergien erwarten.

Eine Reihe von Eigenschaften, die der flüssigen, geschmolzenen SiO_2 anhaften, wie hohe Viskosität, Ausziehbarkeit zu ungemein feinen Fäden, Permeabilität für einige Gase (selbst bei erstarrtem Quarzglas), sowie auch die Ergebnisse der röntgenographischen Untersuchungen, führen zu der Annahme, dass die Kieselsäureschmelze aus SiO_2-Molekülen besteht, die zu Komplexen gestreckter, lose verfilzter Ketten assoziiert sind(7,8). Nach anderen Vorstellungen, die freilich für feste Gläser geeignet sind, erinnert die Struktur an ein verzerrtes Kristallgitter mit unbestimmten Parametern(9).

Es lässt sich nun erwarten, dass die Kieselsäure unversehrt erhalten bleibt, wenn man Metalloxyde zu der SiO_2-Schmelze bis zu einer gewissen Grenze hinzufügt. Die Viskosität des geschmolzenen Albits ist noch in der Tat eine sehr hohe (4×10^4 Poisen bei 1400° C), und übertrifft um das 300-400-fache diejenige des bei gleicher Temperatur im Laboratorium geschmolzenen Olivinbazalts ($1.19—1.36 \times 10^2$ Poisen) ([10]). Beim Sinken der Temperatur nimmt diese Differenz zu. Möglich, dass dieser bedeutende Unterschied in der Viskosität zwischen saurer und basischer Schmelze auf Unterschiede in der Molekularstruktur der flüssigen Schmelze, und zwar auf einen völligen oder teilweisen Zerfall der Kieselsäureketten, hinweist. Von diesem Gesichtspunkt aus wäre es begreiflich, dass aus basischen Magmen zunächst Olivin mit seinen gesonderten Tetraedern im Kristallgerüst ausscheidet. Es liesse sich von diesem Standpunkte auch seine hervorragende Rolle in der Kristallisationsdifferenzierung wie auch in dem ganzen Kristallisationsmechanismus der basischen Magmen erklären, und zwar als Produkt, in welches die überschüssigen Metalloxyde abgeworfen werden, welche die Bildung von Kieselsäureketten in der Schmelze und dadurch auch die Kristallisation der in der Reihe auf Olivin folgenden Mineralien mit komplizierterem Kieselsäureskelett beeinträchtigen.

Die Ausscheidungsfolge von Mineralien aus der Magma bzw. ihre relative Stabilität entspricht somit in der ersten Annäherung der normalen Silikatreihe mit immer komplizierterem Kieselsäure- oder Alumokieselsäuregerüst. Als Folge dieser komplizierteren Gestaltung ergibt sich eine relative Abnahme der Kristallgitterenergie, was auch im wesentlichen die Bedeutung der Reaktionsverhältnisse in der Bowen'schen Reihe erklärt.

Es sei hier natürlich hinzugefügt, dass die Reaktionsverhältnisse, wie das auch Bowen selbst hervorhebt, bei Innehaltung gewisser Temperatur- und Druckbedingungen, sowie auch bei gewisser chemischen Zusammensetzung entstehen.

Lomonossowsches Institut
für Geochemie, Kristallographie and Mineralogie.
Akademie der Wissenschaften der UdSSR,
Moskau.

Eingegangen
d. 4. XI. 1935.

ZITIERTE LITERATUR

[1] N. L. Bowen, The Evolution of Igneous Rocks, Princeton (1928). [2] W. L. Bragg, The Structure of Silicates, Leipzig (1932). [3] F. Machatschki, Geol. Fören. Förhandl., **54** 447—470 (1932). [4] E. Schiebold, Über die Isomorphie der Feldspatmineralien. N. Jahrb. Min. **64**, Abt. A (Brauns Festband), 251—320 (1931). [5] A. E. Fersman, C. R. Acad. Sci. URSS, II, 263—269 (1935). [6] А. Е. Ферсман, Труды Ур. филиала АН, **4**, 5—10 (1935). [7] С. П. Глаголев, Кварцевое стекло, ОНТИ (1934). [8] G. L. Clark and C. R. Amberg, Journ. Soc. Glass Techn., **13**, 290—296 (1929). [9] G. W. Morey, Jorn. Am. Ceram. Soc., **17**, 315—328 (1934). [10] N. L. Bowen, Trans. Am. Geoph. Union, 249—255 (1934).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume I (X), № 1 (78)

GENETICS

STUDIES ON THE POLYPLOID PLANTS

XI. AMPHIDIPLOID *TRITICUM TIMOPHEEVI* ZHUK. × *TRITICUM MONOCOCCUM* L.

By DONTCHO KOSTOFF

(*Communicated by N. I. Vavilov, Member of the Academy, 21. XI. 1935*)

During the last few years very extensive hybridization work was carried out in crossing *Triticum Timopheevi* Zhuk. with the other species of the genus *Triticum* and allied genera as *Secale* and *Haynaldia*. The crosses from which hybrids were successfully produced are given in the table. The data given in the table do not completely coincide with those recorded by Lilienfeld and Kihara (5). The hybrids *Triticum vulgare* (Novinka) × *Tr. Timopheevi* and some of the hybrids of *Triticum Spelta* × *Tr. Timopheevi* rarely set seeds,

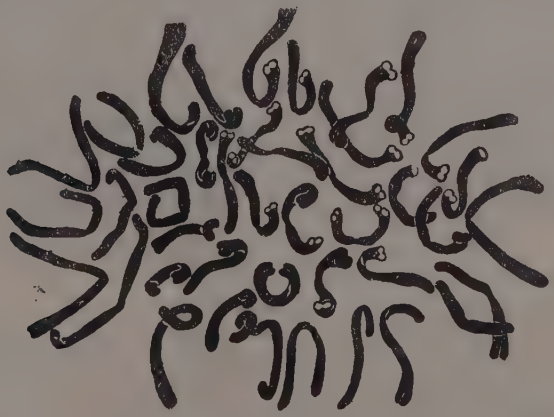


Fig. 1. Somatic plate from the root tip of the amphidiploid *Tr. Timopheevi* × *Tr. monococcum* (*Tr. Timococcum*); 2*n*—42.

i. e. about one grain per 7—10 spikes. The hybrids *Tr. Timopheevi* × *Tr. persicum* (and the reciprocal ones) also occasionally set seeds. But various plants of these crosses gave different results when grown under different environmental conditions. The F_1-hybrids grown in Leningrad gave very few or no seeds at all, while some of those grown in Moscow gave

somewhat more seeds. One of the plants grown in Moscow had 8 spikes and set 16 grains. All F_1 hybrids of the other cross combinations given in the table were self-sterile.

Theh ybrids with *Tr. Timopheevi* seem to form much more viable gametes (especially female gametes) than zygotes. In crossing back some of the F_1-hybrids with the parental forms or with some other species, hybrids were obtained with various chromosome numbers. They are given in the table. In crossing F_1 (*Tr. Timopheevi* × *Tr. monococcum*) to an awnless duroturgidoid No. 80 *d'*/2 having 28 somatic chromosomes (F_4 generation segregate of the triple hybrid *Tr. turgidum* × *Tr. dicoccum* × *Tr. vulgare*), one large grain was

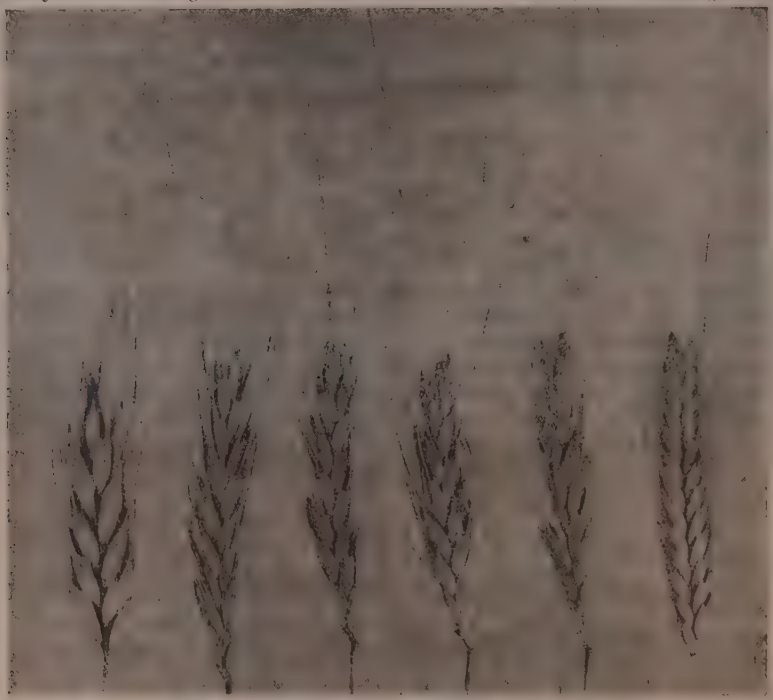


Fig. 2. Left –*Tr. Timopheevi;* right—*Tr. monococcum*: in the middle (four spikes) amphidiploid *Tr. Timococcum.*

obtained, from which a plant was raised with 42 somatic chromosomes (Fig. 1). This plant was morphologically identical with the F_1-hybrid *Tr. Timopheevi* × *Tr. monococcum*. It was highly fertile, while the F_1 *Tr. Timopheevi* × *Tr. monococcum* hybrids were completely sterile. The F_1 hybrids grown in Leningrad and in Moscow formed many spikes, altogether, perhaps, much more than 350, nevertheless not a single grain was found in these spikes of the F_1 hybrids.

The plant produced in crossing the F_1 *Timopheevi* × *monococcum* with plant 80 *d'*/2 is an amphidiploid *Timopheevi* × *monococcum* (Fig. 2). In carrying out such triple crosses we usually used for maternal plant the hybrids, while for paternal plant homozygous awnless forms were usually used. This was done chiefly for determining exactly the nature of the hybrid thus produced in the next generation. If the hybrid produced from such a triple

cross is awned and is very much like (even identical with) the F_1-hybrid, it has originated parthenogeneticly under the stimulative influence of the pollen-tube of the third species. If the hybrid obtained from the triple cross is awnless or with very short awns and has some trace of the characters of the paternal plant, we have then a real triple hybrid. In our case we have an parthenogeneticly produced *Timopheevi-monococcum* hybrid under the influence of the pollen-tube of No. 80 *d'*/2. It has probably originated from an egg cell with42 chromosomes. Such cells can be formed when both reduction divisions failed.

Amphidiploids produced apomicticly were reported by the author ([1],[2]) in *Nicotiana* and by Lebedeff ([4]) in *Triticum-Secale* hybrids.

F_1 hybrid *Tr. Timopheevi*×*Tr. monococcum* has pubescent knots like *monococcum* and long trichomes on the leaves and on the stems like *Timopheevi*, though not so dense as in it. The glumes, as well as the general appearance of the spikes, are intermediate. The inside glume of the flowers of *Tr. monococcum* is split. This is especially characteristic for the species when the grains are well developed. This character is not so well expressed in *Timopheevi*, while in F_1-hybrids it can be seen better. Both parental forms, as well as the F_1 hybrids, had long awns and were immune to rust and mildew, while all varieties of *Tr. vulgare* grown under the same environmental conditions and very near to the former forms were severely attacked by rust and mildew. We shall not attempt to draw general conclusions from these observations, but they are of significance at least for our particular case.

The amphidiploid *Timopheevi*×*monococcum* has pubescent knots and trichomes on the leaves and on the stems like F_1-hybrids. The spikes have awns as long as those of F_1-hybrids. The glumes and the general appearance of the spikes are just as in the F_1-hybrids, the amphidiploids being, however, highly fertile, while the F_1-hybrids are completely sterile. The splits of the internal glumes of the spikelets in the amphidiploid spikelets with grains, were better expressed than in the sterile (empty) spikelets, the latter being identical with those of the F_1-hybrids (sterile also).

The grains of the amphidiploid plant are intermediate between those of *Timopheevi* and *monococcum* and identical with the grain produced apomicticly from the F_1-hybrid *Timopheevi*×*monococcum* (under the induction of the foreign-pollen-tube), from which the amphidiploid plant developed. The ventral, as well as the dorsal, lines of the grains of the amphidiploid plant resemble very much those of *Tr. monococcum*. The grains of the amphidiploid are about as large as those of *Timopheevi*, some of them being even somewhat larger.

One of the most interesting characters of the amphidiploid is its immunity to the most dangerous fungous diseases that attack the wheat plants. The investigations carried out by Vavilov ([7]) showed that 14-chromosome wheats (i. e. the *monococcum* group) are most resistant to certain fungous diseases, 28-chromosome wheats (*durum* group) being less resistant, and, finally, those with 42 chromosomes (*vulgare* group) being most susceptible. On the basis of this regularity, another question arises: is there any causal dependence between the chromosome number and susceptibility in wheat plants? According to the law of the nucleo-cytoplasmic ratio, 28-chromosome species should have larger cells and 42-chromosome ones much larger than the 14-chromosome species. Direct investigations showed that this was really true. The species with the larger chromosome numbers are more susceptible and they have larger cells. This suggested the idea that the immunity of the species with small chromosome number might be rather

a mechanical than a physiological (protective) one, because the fungous hyphae penetrate much easier through the large stomata of *vulgare* group than through the smaller ones of the *monococcum* group. This regularity might have a general significance, but it has not an absolute validity. *Tr. Timopheevi*, found several years ago by Zhukovsky, represents an especially good example in these respect. It has 28 chromosomes, i. e. twice as much as *monococcum* has; nevertheless, it is more resistant and to many more fungous diseases than *Tr. monococcum* (7). The amphidiploid plant *Timopheevi-monococcum*, which we shall shortly call further *Triticum Timococcum*, has as many chromosomes as *Tr. vulgare*, namely 42, but it is resistant as the parental forms. This cannot be, of course, a final conclusion, because it is made on the basis of the reaction of a single *Tr. Timococcum* plant. A final conclusion can be drown at the end of the next year, when we grow a large number of the *Timococcum* plants; nevertheless, the obser-

Hybrids obtained	Somatic chromosome number
Triticum Timopheevi × *Tr. monococcum var. hornemani*	21
» » × *mon. var. flavescens*	21
» » × *mon. var. pseudovulgare*	21
Tr. monococcum var. flavescens × *Tr. Timopheevi*	21
Tr. Timopheevi × *Secale cereale*	21
Tr. Timopheevi × *Haynaldia villosum*	21
Tr. Timopheevi × *Tr. persicum var. stramineum*	28
Tr. persicum str. × *Timopheevi*	28
Tr. Timopheevi × *Tr. Spelta*	35
Tr. Spelta × *Tr. Timopheevi*	35
Tr. Timopheevi × *Tr. vulgare turcicum*	35
Tr. vulgare turcicum × *Tr. Timopheevi*	35
Tr. vulgare rigidum × *Timopheevi*	35
Tr. compactum × *Timopheevi*	35
Tr. Timopheevi × *Tr. vulgare Khorosanicum*	35
Tr. vulgare Khorosanicum × *Timopheevi*	35
Tr. vulgare Novinka × *Tr. Timopheevi*	35
Tr. vulgare ferrugineum × *Timopheevi*	35
Tr. Macha × *Timopheevi (?)*	—
Tr. durum × *Tr. Timopheevi*	28
Tr. polonicum × *Timopheevi*	28
Tr. spherococcum × *Timopheevi*	35
(Tr. compactum × *Timopheevi)* × *Tr. monococcum pseudovulgare*	22
(Tr. vulgare × *Tr. monococcum)* × *Tr. Timopheevi*	28,29
(Tr. compactum × *Timopheevi)* × *Tr. vulgare*	—
(Tr. persicum × *Timopheevi* × *Tr. turgidum*	28
(Tr. persicum × *Timopheevi)* × *monococcum*	21,22
(Tr. persicum × *Timopheevi)* × *Secale cereale*	21
(Tr. Spelta × *Timopheevi)* × *Tr monococcum*	22
(Tr. Spelta × *Timopheevi)* × *Spelta*	39
(Tr. Timopheevi × *monococcum)* × 80 *d'*/2	42

vations made this year promise great possibilities in breeding immune wheat forms when the amphidiploid is crossed with the best varieties of the common wheat (*Tr. vulgare*). *Timococcum* has 42 somatic chromosomes as the best varieties of the common wheat. This indicates that the hybrids *Timococcum* × *vulgare* should be more fertile than *vulgare* × *Timopheevi* and *vulgare* × *monococcum* (and their reciprocal). In reality, the hybrids *vulgare* × *Timopheevi* and *vulgare* × *monococcum* are usually self-sterile. This is especially true for the latter (6,3). One should not expect, however,

that the hybrids *Timococcum* × *vulgare* (and the reciprocal cross) will be as fertile as, for example, the hyprids produce from the cross *Spelta* × *vulgare* (and reciprocal cross), because one of the genomes of *Tr. Timopheevi* conjugates only partially with one of the *vulgare* genomes.

Institute of Genetics.
Academy of Sciences of the USSR
Leningrad.

Received
21. XI. 1935.

REFERENCES

[1] Dontcho Kostoff, ZS. Zücht. R. A. Pflanzenzücht., **19**, 550—576 (1934). [2] Дончо Костов, Природа, **8**, 44—49 (1934). [3] Dontcho Kostoff, C. R. Acad. Sci. URSS, **1**, 155—159 (1935). [4] V. Lebedeff, ZS. Zücht. R. A. Pflanzenzücht., **19**, 509—525 (1934). [5] F. Lilienfeld u. H. Kihara, Cytologia, **6**, 87—122 (1934). [6] N. I. Vavilov, Bull. Appl. Bot., **6**, 1—19 (1913). [7] N. I. Vavilov, Studies of the Plant Immunity to Infectious Diseases, Moscow (1919 and 1935).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1933. Volume I (X), № 1 (78)

GENETICS

THE NUMBER AND DISTRIBUTION OF GENES IN THE THIRD CHROMOSOME OF *D. MELANOGASTER*, AFFECTING THE NUMBER OF STERNITAL BRISTLES

By M. L. KARP

(Communicated by A. A. Sapehin, Member of the Academy, 26. XI. 1931)

Introduction

In the investigation concerned with the inheritance of quantitative characters, side by side with the basic genes determining them, the effect of minor modificators is usually pointed out. However, up to the present time the attention of most investigators has been directed to the study of strongly acting genes. The influence of the so-called minor genes on the quantitative characters has not yet been analysed. The present work attempts to determine the number and distribution of these genes througout the third chromosome of *D. melanogaster* and the relative power of their action on the sternital bristles.

Two stocks of *D. melanogaster ru th st cu sr ca* and *e* (ebony) were used as material for this investigation. The first one was establisched from a single male $\frac{ru + th\ st\ cu\ sr\ ca}{ru\ h\ th\ st\ cu\ sr\ ca}$ by two individual matings $♂ \frac{ru + th\ st\ cu\ sr\ ca}{ru\ h\ th\ st\ cu\ sr\ ca} \times ♀ \frac{DSb}{C_{III}}$; $♂ \frac{ru + th\ st\ cu\ sr\ ca}{C_{III}} \times \frac{DSb}{C_{III}}$, and one sib mass mating $♂ \frac{ru + th\ st\ cu\ sr\ ca}{C_{III}} \times$ $\times ♀ \frac{ru + th\ st\ cu\ sr\ ca}{C_{III}}$. Thus, the third chromosomes in all the flies are derived from one chromosome. Therefore, they are quite identical. A difference of 6.75 bristles in females on three sternits of the abdomen was found between the stocks *ru th st cu sr ca* and «ebony».

By comparing the two types of flies, obtained from crossing $♀ \frac{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca} \times ♂ \frac{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}{+\ +\ +\ +\ +\ +\ +}$, which on an average differed only in their third chromosome, the influence of this chromosome was established. The chromosome *ru th st cu sr ca* was then divided into separate regions. The crossover males, possessing different regions of the chromosome examined, were crossed with females $\frac{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}$ and then four back crosses $♂ F_1, F_2, F_3, F_4, \frac{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}$ were made. This gave rise to a number of

strains that differed from one another only in the length of the region of the chromosome investigated. The study of these strains made it possible to outline a scheme of the distribution of genes in the given chromosome, affecting the number of the sternital bristles.

The flies $\frac{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}$ served as controls for all these stocks. Flies of each stock examined as well as the control flies were reared together in quite identical conditions. They were sisters of the same age. Thus, the influence of environmental factors of the results of our experiments was nearly excluded.

Discussion of the results obtained

The count of the bristles on three sternits of 100 females taken from both types of flies differing in the whole third chromosome, i. e. $\frac{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}{+\ +\ +\ +\ +\ +}$ and $\frac{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}$, revealed a difference of 5.2 bristles between them. It is evident that it should be ascribed to the influence of the third chromosome.

Only ten classes of flies were chosen for the count among those obtained from the mating $♀\ \frac{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}{+\ +\ +\ +\ +\ +} \times ♂\ \frac{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}{ru\ th\ st\ cu\ sr\ ca}$.

The results obtained prove the influence of certain regions of the chromosome investigated on the number of the sternital bristles. The classes *ru th st cu* and *ru th st cu sr* showed a nearly equal reduction of the bristles (—4.44, —4.14). The corresponding supplemen tary classes *sr ca* and *ca* show a reduction of 2.16 and 1.94 bristles respectively. All these four classes differ from the class of non-crossover flies *ru th st cu sr ca*, which shows a reduction of 6.32 bristles. The flies *th st su sr ca* have a somewhat greater reduction than the flies *ru th st cu sr ca* (—6.78 bristles), and the supplementary class *ru* manifests a slight intensification of the character (—10.48). The flies *th st cu sr* show a reduction of 5.82 bristles, i. e. as was to be expected, somewhat less than in *th st cu sr ca* and more than in *ru th st cu sr*. The class *ru ca* shows a reduction of 0.82 bristles; this effect is nearly intermediate between those of the classes *ru* and *ca*.

The consideration of the results obtained from these ten classes enables us to conclude that in the third chromosome there are at least three genes affecting the number of sternital bristles: two reducers and one intensifier of the character in question. It is, however, impossible to say whether these genes may act quite independently or whether the effect observed is due to the influence of certain recessive genes affecting the number or bristles.

The comparison of different sections of the chromosome concerned which were introduced in the same genotype of the line *ru th st cu sr ca* showed more clearly the influence of separate regions of the chromosome on the character in question.

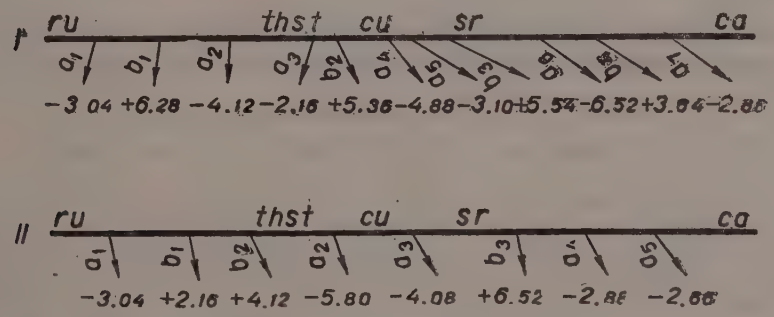
Let us consider the results of the counts of the 46 strains which represent the different sections of the chromosome.

The 7 strains *ru* may be divided into three groups: the first, which shows a considerable reduction of the number of bristles (—3.04,—2.70), the second. with a considerably smaller reduction (—1.84,—1.46,—1.44,—0.88), and the third, which shows an intensification of the character (+3.24). If we assume the effect of one of these groups to be due to the action of the gene

ru, it is to be concluded that there are at least two genes in the region between *ru* and *th*, affecting the number of the sternital bristles.

There exist two types of the strains *ru th st* and *th st*. The strains showing a reduction of 1.78 and 3.86 bristles belong to the first type, while those showing an intensification of the character (+2.32) from the second. This shows that at least one bristle-gene is be to found between *st* and *cu*.

There has been found no significant difference in the 5 strains *ru th st cu* (—6.58,—6.50,—5.72,—5.24,—4.82), but all of them differ greatly from the strains *ru th st*. This permits us to suggest that the sections of the investigated chromosome represented by the flies *ru th st cu*, have at least one more bristle-gene besides those already noted in the strains *ru th st*.



The scheme of the distribution of genes in the third chromosome of *D. melanogaster*, affecting the number of sternitalbristles.

The strains *ca* fall into 3 groups: those showing an intensification (+1.32,+0.98,+0.18,+0.24); those with a reduction of from 1.52 to 3.04; and those showing a strong reduction (—5.54). Supposing that one of these three types of strains shows the action of the gene *ca*, there remain at least two more bristle-genes in the region between *cu* and *sr*.

The 5 strains *sr ca* may be divided into 2 groups: the first reduces the number of bristles (—4.18,—3.10), while the second is near to the normal type (+0.3,—0.22,—0.98). This may be explained by the presence of at least one bristle-gene to the left of the gene *sr*.

The analysis made shows that there are at least six genes in the investigated third chromosome *ru th st cu sr ca* influencing the number of sternital bristles: between *ru* and *th* at least two genes, between *st* and *ca* at least one gene, between *cu* and *sr* at least one gene, and between *sr* and *ca* at least two genes.

Our material allows us to suggest some hypotheses as to the distribution of these genes in the chromosome. Two such variants are given in the following sheme.

The consideration of different variants of the distribution of these genes in the chromosome shows the presence of a great number of bristle-genes in the chromosome *ru th st cu sr ca*. In the chromosome reducing 5—6 bristles on two sternits of the abdomen (14%), are to be found, on the one hand, genes determining the total reduction of 18—26 bristles on the same two sternits (45—65%) and, on the other, two genes increasing the number of bristles by 18—20 (30—50%). These genes are different as to their strength and the

direction of their action. They are distributed alternatively and their action is therefore neutralized within the small regions of the chromosome.

Conclusion

An experimental evidence of the presence of a great number of genes influencing the number of bristles in the third chromosome is given. The action of these genes is to a considerable extent balanced, not only in the chromosome as a whole but also in its separate regions.

Laboratory of Genetics.
Moscow University.

Received
26. XI. 1935.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences l'URSS
1936. Volume I (X), № 1 (78)

ZOOLOGY

THE EFFECT OF LOW TEMPERATURE UPON TRYPANOSOMES (*TRYPANOSOMA EQUIPERDUM*) IN THE ORGANISM OF MAMMALS

By N. P. KALABUCHOV and L. B. LEVINSON

(Communicated by A. A. Richter, Member of the Academy, 2. XI. 1935)

1. The study of the torpidity of animals at low temperature has shown that the process of cooling sharply slows down all physiological functions. Thus, for instance, in the state of supercooling, at the temperature of the body ranging from —2 to—10° the number of heart beats in bats and the consumption of oxygen in *Tenebrio* larvae diminishes 30—60 times, as compared with their active state (4). Sometimes different functions slacken to a different degree: in the organism of bees, at a temperature approaching zero and lower, consumption of glucose continues, whilst the assimilation of food from intestines has already stopped (3). In connexion with these observations a new question has arisen: in what way does the fall of the body temperature of an animal influence microorganisms infecting it.

2. Observations were made with two species of bats: *Nyctalus noctula* Schr. and *Pipistrellus nathusii*, Keys et B l a s. The animals were infected with *Trypanosoma equiperdum* bred in white mice. For inoculation blood was taken from the tail of a mouce during that period of disease when the number of trypanosomes in blood attained 9—10 in one field of vision. 0.01cm³ of blood was inoculated into the skin of the abdomen of bats. Part of these animals was kept in an active state at a temperature of the air ranging from+20 to +25° for the purpose of studying the course of infection and for experimental «medical treatment». Bats were fed not less than twice a day with larvae of insects (*Tenebrio* and *Chironomidae*). The other animals were placed immediately after infection into ice-boxes with temperature +10 and +3. Animals with developed infection were kept at this temperature with a view to trying «medical treatment». Every day blood was taken from the vein upon the membrane of the wing of bats and the number of trypansomes was counted in a dark field. From time to time the body temperature of bats was taken after the thermoelectric method previously described by Kalabuchov (2).

3. Trypanosomes multiplied very quickly in the blood of bats in the active state. Table 1 gives a picture of the course of infection in some of the animals under observation. In the column «number of trypanosomes» the numerator denotes the number of trypanosomes, while the denominator that of the examined fields of vision. «m» means «multitude».

Table 1

Development of Trypanosome Infection in Active (Control) Bats
(Body Temperature from + 32 to + 37°)

Nos of bats	Species	Date of inoculation	Number of trypanosomes in the blood on different days of experiment											Results
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
13	*Nyctalus noctula* Schr . .	4.VI	1/200	1/25	1/5	1/2—3	10/1	m/1	m/1	m/1	m/1	m/1	m/1	Death on the 13th day of experiment.
19	» » . .	7.VI	1/100	1/50	1/17—18	1/7—8	1/2—3	1—2/1	9—10/1	15—20/1	15—20/1	m/1	m/1	Death on the 12th day of experiment.
39*	» » . .	24.VI	1/25	1/5	1/2—3	2—3/1	15/1	m/1	m/1	m/1				Death on the 9th day of experiment.
40*	» » . .	24.VI	1/25	1/10	1/2—3	4—5/1	15—20/1	m/1	m/1	m/1	m/1			Death on the 10th day of experiment.
41*	» » . .	24.VI	1/15—20	1/10	1/2—3	3—4/1	15/1	m/1	m/1	m/1	m/1			Death on the 10th day of experiment.
20	*Pipistrellus nathusii* Keys et Blas	15.VI	1/15—20	1/10	1/5	1/2—3	1/1	1/2—3	1/4—5					Experiments were not completed due to accidental death of bats.
21	*Pipistrellus nathusii* Keys et Blas	15.VI	1/10	1/2—3	2—3/1	3—4/1	1—2/1	1—2/1						
22	*Pipistrellus nathusii* Keys et Blas	15.VI	0	1/25	1/10	1/5	1/3—4	1/5	1/25	1/15—20				

* Number of trypanosomes inoculated was higher than in other experiments (15—20 in the field of vision.).

Experiment with the Cooling Bats Infected with Trypanosomes — Table 2

Temperature of air	Nos	Species	Date of inoculation	Date of the beginning of cooling	Number of trypanosomes in the blood before cooling	Number of trypanosmes in the blood on different days after the beginning of cooling												Results
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
+ 10	45	*Pipistrellus nathusii*	24.VI	28.VI	3—4/1	5—6/1	6—7/1	—	4—5/1	1—2/1	1/10	1/25	1/100	1/m	0	0	0*	0	0	On the 14th day an immunity test was made. The bats were susceptible to infection.
+ 10	46	»	24.VI	28.VI	9—10/1	10—15/1	9—10/1	—	5—6/1	1—2/1	1/5	1/10	1/25	0	0	0	0*	0	0	
+ 10	47	»	24.VI	28.VI	1—2/1	4—5/1	6—7/1	—	3—4/1	1—2/1	1/10	1/25	1/50	0	0	0	0*	0	0	
+ 10	56	»	8.VII	13.VII	1—2/1	1—2/1	1/5	1/25	1/100	0	0	0	0	0*	0	0	0			On the 12th day an immunity test (second inoculation) was made. The bats were susceptible to infection.
+ 10	57	»	8.VII	13.VII	1/1—2	1/5	1/25	1/50	1/m	0	0	0	0	0*	0	0	0			
+ 10	58	»	8.VII	13.VII	1—2/1	1/1—2	1/5	1/25	1/100	1/m	0	0	0	0*	0	0	0			
+ 10	24	»	15.VI	18.VI	1/2—3	1—2/1	1/50	1/100	0	0	0	0*	0	0	0					On the 10th day an immunity test was made. The bats were susceptible to infection.
+ 10	25	»	15.VI	18.VI	1/2—3	1—2/10	1/10	1/25	1/25	1/m	0	0*	0	0	0					
+ 10	26	»	15.VI	18.VI	1/2—3	1—2/1	1/10	1/50	0	0	0	0*	0	0	0					
+ 10	27	»	15.VI	18.VI	1/2—3	1—2/1	1/25	1/25	1/100	0	0	0*	0	0	0					
+ 3	12	*Nyctalus noctula*	4.VI	7.VI	1/10	1/50	1/m	0	0	0	0*	0	0	0	0	0				On the 11th day an immunity test was made. The bats were susceptible to infection.
+ 3	14	»	4.VI	7.VI	1/2—3	1/10	1/25	1/m	0	0	0*	0	0	0	0	0				

* Warmed

4. Part of animals were placed immediately after infection into ice-boxes at a temperature of +10° and from +3 to +4°. Usually the animals lapsed into dormancy already in two or three hours after their having been brought into cold, and the temperature of their bodies exceeded that of the air only by 2 to 3°. These experiments have shown that, at the temperature of the air ranging from +3 to +4° (or at the temperature of the body from +3.5 to +6.7°), infection in the organism of bats does not develop at all. In the case of animals kept at temperatures of from +3 to +4° for 9—10 days, trypanosomes did not appear in their blood. On having warmed the bats after the expiration of this term and then kept them in this condition for about 3 to 5 days, we still did not detect any development of infection. Finally, their subsequent infection with a new virus (experiments on immunity) has shown the absence of blood parasites in their organisms. Experiments at the temperature of air of +10° and that of the bodies ranging from +10 to +13.5° gave analogous results. The cooling of the animals after infection for 4—8 days freed their organisms from the inoculated virus. Only during the first days of the experiment (because of the fact that the animals at the temperature of +10° lapse into dormancy slower than at +3 or +4°) we noted in two cases (1 *Nyctalus* and 1 *Pipistrellus*) the appearance of a few trypansomes (about 1/100), which disappeared already the next day and were not detected later on after warming the animals.

5. In conclusion we made experiments of cooling the animals after the infection in their organisms had already developed. For this purpose, part of the animals after infection were kept under the same conditions as the control. When the number of trypanosomes in the blood had reached a high level (see Table 2), i. e. on the third or fifth day after infection, the animals were transferred to the ice-boxes. The results of this «cooling therapy» were very interesting. Assuming that this disappearance of trypanosomes from the peripheral blood might be due to their having shifted into the internal organs, we made an experiment similar to that with bats cooled immediately after infection. In 2—4 days after the disappearance of trypanosomes from the blood, the animals were warmed and then kept under the same conditions as the control (at a body temperature ranging from 33 to 37°). Examinations of their blood in 2—5 days after their having been warmed were also without any result: trypanosomes had utterly desappeared from their organisms. Finally, experiments with repeated infection showed the absence of immunity in the animals, i. e. the absence in their organisms of trypanosomes from the first inoculation.

Laboratory of Ecology and Histology,
Institute of Zoology, Moscow University.

Received
2.X.1935.

REFERENCES

[1] N. Gaisky, Revue Microb. Epidemiol. (russian), t. V (1926). [2] N. Kalabuchov, Bull. Soc. Nat. Moscou (russian), T. X, № 2 (1933). [3] N. Kalabuchov, Zool. Jahrb., Abt. Physiol., Bd. 53, H. 4 (1934). [4] N. Kalabuchov, Zool. Jahrb., Abt. Physiol., Bd. 55 (1935). [5] A. Metelkine, Arch. russe de Med. Trop. (russian), № 8 (1927). [6] S. Nikanorov, Revue Microb. Epidemiol. (russian), t. IV, № 3 (1925). [7] А. А. Чурилина. Чума на Юго-востоке (1926). [8] Wu-Lien-Teh, Reports of the North-Manshur. Plague Prevention Service for 1927/28, Charbin (1929). [9] C. Zobell, Quart. Rev. Biol., Vol. 9, № 4 (1934).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume I (X), № 1 (78)

ZOOLOGY

ON A NEW HERRING FROM THE CASPIAN SEA, *CASPIALOSA CASPIA SALINA* SUBSP. N.

By A. N. SVETOVIDOV

(Communicated by F. J. Loevinson-Lessing, Member of the Academy, 24. XI. 1935)

During the expedition of the Academy of Sciences to the north eastern part of the Caspian Sea in 1935 the spawning of a herring in a very saline water of the Mertvyi Kultuk and Kaydak bays was observed. This herring proved to be a new subspecies.

Caspialosa caspia salina subsp. n.

D III—IV, 13—16, *A* III 16—20, squ. 50—53, vertebrae 48—52, ventral scutes 29—34, gill rakers on the 1 st gill arch 61—117 (average 86.48). Gill rakers fine and long, 1.4—1.7 longer than the longest gill lamellae.

Table 1

	Number of gill rakers $M \pm m$	In percentages of body length				
		Depth of body	Depth of caudal peduncle	Length of head	Diameter of eye	Length of body
C. c. salina . . .	86.48±0.82	26.45±0.189	7.96±0.031	25.36±0.054	5.49±0.031	201.08±1.55
C. c. typica . . .	106.73±1.57	26.29±0.208	7.53±0.059	26.33±0.169	5.76±0.089	204.49±5.91
C. c. aestuarina	116.58±0.42	25.38±0.052	7.67±0.016	25.40±0.027	5·76±0.012	217.86±0.23
C. c. knipowitschi. . .	133.85±2.33	27.77±0.208	8·66±0.059	28.28±0.119	6.49±0.059	180.43±3·40
C. c. persica. . .	96.18±1.75	28.66±0.208	8.21±0.074	26.47±0.104	5·93±0·074	172.94±4.40
Range of Variations						
C. c. salina. .	61—117	22.3—30.5	7.1—8.0	24.0—26.6	4.9—6.4	164—241
C. c. typica . . .	85—127	23.0—28.1	6.6—8.4	24.0—28.0	4.8—6.4	143—289
C. c. aestuarina	69—141	21.1—30.8	6.5—9.1	22.4—29.0	4.8—6.9	150—296
C. c. knipowitschi. . .	130—163	25.6—35.3	7.6—9.9	24.6—31.6	4.8—7.9	296
C. c. persica . . .	85—127	25.9—30.8	7.0—9.1	25.0—28.1	4.9—6.7	130—285

Moderatly well developed teeth always present on maxillaries, palatines and vomer, sometimes on the lower jaw. Body deep, 22.3—30.5% (average 26.4%) of its length measured to the tips of the middle caudal rays. Depth of caudal peduncle 7.1—8.0 (average 7.96%) of body length. Head 24.0—26.6 (average 25.36%) of body length, its depth 17.1—21.5 (average 19.6%) of the same length. Eye 4.6—6.4% (average 5.5%) of body length. A black spot on the upper part of body behind the gill aperture, several (up to 7) spots on the sides of body behind the first spot. Length 16—24; 20.4 cm on an average.

In Tables 1 and 2 a comparison with other subspecies of *C. caspia* is given*.

Table 2

	C. c. salina—*c. c. typica*	*C. c. salina*—*C. c. aestuarina*	*C. c. salina*—*C. c. knipowitschi*	*C. c. salina*—*C. c. persica*
Number of gill rakers				
$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$	11.63	31.28	19.20	5.03
In percentages of body length				
Depth of body	0.57	5.46	4.70	7.87
Depth of caudal peduncl	6.41	7.73	10.43	3.10
Length of head	5.64	2.26	21.99	9.48
Diameter of eye	2.85	8.18	14.29	5.43

North-eastern part of the Caspian Sea near Prorva strait, Durnev island In Mertvyi Kultuk and Kaydak bays. Spawning from the end of May to the beginning of July in Mertvyi Kultuk and northern part of Kaydak bays and in adjacent region.

Zoological Institute.
Academy of Sciences of the USSR.
Leningrad

Received
24. XI. 1935

REFERENCES

[1] B. Ilyin, Festschrift f. prof. N. M. Knipowitsch, p. 69—75 (1927). [2] E. Suworow, Arb. d. Kaspischen Expedition 1, p. 139—196 (1904). [3] K. Kisselewitz, Clupeids Volga—Caspi Distr., 1 (1923).

* Mean values and range of variations of the differential characters given in Table 1 are taken from the papers of B. Iljin ([1]) and E. Suworow ([2]). The data of *C.c. aestuarina* are calculated on the basis of specimens measured by Kisselevitz ([3]).